

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja • Yritykset • 2021:57

Suomen biotalouden kestävän kasvun skenaario

Taustaselvitys Suomen biotalousstrategian
päivitykseen



Työ- ja elinkeinoministeriö
Arbets- och näringsministeriet

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2021:57

Suomen biotalouden kestävä kasvun skenaario

Taustaselvitys Suomen biotalousstrategian
päivitykseen

Tiina Koljonen, Mikko Kurttila, Juha Honkatukia

Työ- ja elinkeinoministeriö Helsinki 2021

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Julkaisumyynti

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston
verkkokirjakauppa**

Statsrådets
nätbokhandel

vnjulkaisumyynti.fi

Työ- ja elinkeinoministeriö

© 2021 tekijät ja työ- ja elinkeinoministeriö

ISBN pdf: 978-952-327-986-5

ISSN pdf: 1797-3562

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2021

Suomen biotalouden kestävä kasvun skenaario Taustaselvitys Suomen biotalousstrategian päivitykseen

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2021:57**Teema**

Yritykset

Julkaisija

Työ- ja elinkeinoministeriö

Tekijä/tTiina Koljonen (Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy), Mikko Kurttila (Luonnonvarakeskus),
Juha Honkatukia (Merit Economics)**Kieli**

suomi

Sivumäärä

78

Tiivistelmä

Raportissa esitetyn työn tavoitteena oli laatia Suomen biotalouden kasvua kuvaava skenaario sekä arvioida Suomen biotalouden kehityksen vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia. Työ toteutettiin työ- ja elinkeinoministeriön toimeksiannosta Suomen biotalousstrategian päivityksen taustaselvitykseksi Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n, Luonnonvarakeskuksen ja Merit Economics:n toimesta. Raportin laadintaan osallistui myös Aalto yliopisto.

Skenaariotyössä arvioitiin, minkälaisia tuotteita ja palveluita Suomen olisi mahdollista kehittää, kun pyritään kasvattamaan biotalouden arvonlisää suhteessa käytettyihin luonnonvaroihin. Biotalous tarkasteltiin laaja-alaisesti huomioiden maa- ja metsätalous, metsä- ja elintarviketeollisuus, sininen biotalous, luontomatkailu ja muut ekosysteemipalvelut, bioenergia, teollinen biotekniikka ja synteettinen biologia sekä näihin liitetyt uudet, korkean arvonlisän tuotteet ja palvelut.

Analyysien perusteella Suomen biotalouden ”kova ydin” rakentuu edelleen perinteisten vahvojen tukijalkojen varaan metsä- ja maataloussektorilla. Keskeisiä vahvuuksia ovat edelleen Suomen luonnonvarat, puhdas luonto ja tuotantoympäristö. Panostamalla monipuolisesti biotalouden sektoreihin ja niiden uudistamiseen, biotalouden arvonlisä voisi kasvaa noin kaksi prosenttia vuodessa ennen vuotta 2030 ja lähestyä neljän prosentin kasvuvauhtia ennen vuotta 2050.

Asiasanat

biotalous, arvonlisä, skenaario, kestävä kasvu, ekosysteemi

ISBN PDF

978-952-327-986-5

Asianumero

VN13261/2020

ISSN PDF

1797-3562

Hankenumero

TEM071:00/2020

Julkaisun osoite<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-986-5>

Scenario för hållbar tillväxt inom finländsk bioekonomi

Förstudie för uppdatering av Finlands bioekonomistrategistrategi

Arbets- och näringsministeriets publikationer 2021:57		Tema	Företag
Utgivare	Arbets- och näringsministeriet		
Författare	Tiina Koljonen (Teknologiska forskningscentralen VTT Ab), Mikko Kurttila (Naturresursinstitutet), Juha Honkatukia (Merit Economics)		
Språk	finska	Sidantal	78
Referat	<p>Målet med det arbete som presenteras i rapporten var att utarbeta ett scenario som beskriver tillväxten i den finländska bioekonomin samt bedöma styrkorna, svagheter, möjligheterna och hoten i utvecklingen inom den finländska bioekonomin. Arbetet utfördes på uppdrag av arbets- och näringsministeriet av Teknologiska forskningscentralen VTT Ab, Naturresursinstitutet och Merit Economics och rapporten används som förstudie för uppdateringen av Finlands bioekonomistrategi. Även Aaltouniversitet deltog i utarbetandet av rapporten.</p> <p>En central del av scenarioarbetet var att bedöma vilka produkter och tjänster som kunde utvecklas i Finland i syfte att öka mervärdet i den finländska bioekonomin i förhållande till de naturresurser som används. Bioekonomi undersöktes i vid omfattning så att man i arbetet beaktade jord- och skogsbruket, skogsbruksindustrin och livsmedelsindustrin, blå bioekonomi, naturturism och övriga ekosystemtjänster, bioenergi, industriell bioteknik och syntetisk biologi samt nya produkter och tjänster med högt mervärde som är kopplade till alla dessa områden.</p> <p>Enligt analyserna består den finländska bioekonomins "hårda kärna" fortfarande av skogs- och jordbrukssektorn. Finlands centrala styrkor är fortfarande naturresurserna, den rena naturen och produktionsmiljön. Genom mångsidiga satsningar på olika sektorer inom bioekonomi och förnyande av dem kan mervärdet i bioekonomin öka med cirka två procent per år före 2030 och närma sig en tillväxtfart på fyra procent före 2050.</p>		
Nyckelord	bioekonomi, mervärde, scenario, hållbar tillväxt, ekosystem		
ISBN PDF	978-952-327-986-5	ISSN PDF	1797-3562
Ärendenummer	VN13261/2020	Projektnummer	TEM071:00/2020
URN-adress	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-986-5		

Sustainable growth scenario for the Finnish bioeconomy

Background study for the updated Finnish Bioeconomy Strategy

**Publications of the Ministry of
Economic Affairs and Employment 2021:57**

Subject

Enterprises

Publisher

Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland

Author(s)

Tiina Koljonen (VTT Technical Research Centre of Finland Ltd.),
Mikko Kurttila (Natural Resources Institute Finland), Juha Honkatukia (Merit Economics)

Language

Finnish

Pages

78

Abstract

The study aimed to prepare a scenario describing the growth of the Finnish bioeconomy and to assess the strengths, weaknesses, opportunities and threats involved in its development. The background study for the updated Finnish Bioeconomy Strategy was commissioned by the Ministry of Economic Affairs and carried out by VTT Technical Research Centre of Finland Ltd., Natural Resources Institute Finland and Merit Economics. Aalto University also contributed to the preparation of the report.

A key element in the scenario work was to assess what kinds of products and services Finland could develop in order to increase the added value of the Finnish bioeconomy in relation to the natural resources used. The bioeconomy was examined from a broad perspective, taking into account agriculture and forestry, forest industry, food industry, the blue bioeconomy, nature tourism and other ecosystem services, bioenergy, industrial biotechnology and synthetic biology as well as the new high value added products and services linked to them.

Based on the analyses, the Finnish bioeconomy is still founded on the traditional sectors of forestry and agriculture. Finland's natural resources, clean nature and production environment remain key strengths. Through investments in a diverse range of bioeconomy sectors and their renewal, the bioeconomy could grow in value added by about 2% per year before 2030 and close to 4% before 2050.

Keywords

bioeconomy, value added, scenario, sustainable growth, ecosystem

ISBN PDF

978-952-327-986-5

ISSN PDF

1797-3562

Reference number

VN13261/2020

Project number

TEM071:00/2020

URN address

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-986-5>

Sisältö

1	Johdanto	7
2	Suomen biotalouden kehitys ja nykytila	9
3	Skenaariotyön ennakkointiprosessi ja yhteenveto asiantuntijatyöpajan tuloksista	15
3.1	Ennakkointiprosessin kuvaus	15
3.2	Työpajan tulokset	17
3.2.1	Suomen biotalouden visio	19
4	Biotalouskehityskulkua kuvaavan skenaarion muodostus ja laskennalliset skenaariotulokset	20
4.1	Biotalouskehityksen skenaarion muodostus	20
4.2	Laskennallisen skenarioanalyysin yleiset taustaoletukset	22
4.2.1	Maatalouden ja elintarviketeollisuuden kehitys	22
4.2.1.1	Muutokset maataloustuotannossa lähivuosikymmeninä	26
4.2.1.2	Kalatalouden nousu	31
4.2.1.3	Elintarviketeollisuuden viennin kehitys	33
4.2.2	Synteettinen biologia	36
4.3	Metsäteollisuuden kehitys	37
4.3.1	Sellu, paperi, kartonki	37
4.3.2	Metsäteollisuuden uudet tuotteet	39
4.4	Luontomatkailun, luonnontuotealan ja luontoon liittyvän palveluliiketoiminnan kehitys	39
4.5	TIMES-VTT-skenaariotulokset	42
4.6	Biotalouskehityksen kansantalousskenario vuosina 2020–2050	46
5	Suomen biotalousskenaarion SWOT-analyysi	57
5.1	SWOT	57
5.1.1	Toteutustapa	57
5.1.2	Tulokset	57
5.2	Oikeudenmukaisuusnäkökulma	65
5.2.1	Oikeudenmukaisuusnäkökulma	65
5.2.2	Biotalouskeskustelun arvot ja taustaoletukset	66
5.2.3	Kysymyksiä oikeudenmukaisuudesta	71
6	Yhteenveto ja johtopäätökset	73
	Lähteet	77

1 Johdanto

Tiina Koljonen, VTT

Suomen biotalousstrategian päivityksen tavoitteena on lisätä biotalouden tuotannon arvoa ja palveluita. Tavoitteena on myös tuoda näkyvyyttä Suomelle kestävän biotalouden edelläkävijänä ja vahvistaa Suomen kansainvälistä asemaa biotaloudessa.

Tämän työn tavoitteena oli laatia Suomen biotalouden kasvua kuvaava skenaario, jonka avulla voitiin arvioida biotalouden merkitystä ja mahdollisuuksia Suomelle. Lisäksi tavoitteena oli laatia Suomen biotalouden kestävän kasvun alustava visio sekä tarinallinen skenaario. Keskeisenä elementtinä skenaariotyössä oli arvioida, minkälaisia tuotteita ja palveluita Suomella olisi mahdollista kehittää, kun pyritään kasvattamaan Suomen biotalouden arvonalisää suhteessa käytettyihin luonnonvaroihin ja siten edistää kestävää kehitystä huomioiden talous, ympäristö ja sosiaaliset vaikutukset. Työssä ei kuitenkaan pystytty arvioimaan laaja-alaisesti kaikkia kestävyysnäkökulmia, joiden osalta tulisi laatia jatkoselvityksiä.

Pohja biotalouden skenaariotarinalle muodostettiin interaktiivisesti työn tilaajan ja tilaajan yhteistyötahojen kanssa. Hankkeen käynnistyttyä järjestettiin asiantuntijatyöpaja marraskuussa 2020, jossa arvioitiin Suomen biotalouden mahdollisuuksia ja haasteita sekä kerättiin ajatuksia biotalouden vision näkökulmasta. Työpajan tulokset raportoitiin väliraporttina työn ohjausryhmälle 31.12.2020, ja ohjausryhmän kommenttien perusteella laadittiin lopullinen biotalouden kestävän kasvun skenaario, joka myös mallinnettiin VTT:n järjestelmätason ohjelmistolla.

Laskennallisten ja laadullisten skenaarioanalyysien perusteella työssä laadittiin Suomen biotalouden SWOT (Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats -analyysi(t)). Lisäksi biotalouden kehitystä arvioitiin laajemmin oikeudenmukaisuusnäkökulmasta.

Biotalouden skenaariotyön ja SWOT-analyysin perusteella raportissa on arvioitu, mitkä ovat Suomen biotalouden vahvuudet, eli ns. kova ydin. Tässä työssä biotaloutta pyrittiin tarkastelemaan laaja-alaisesti huomioiden maa- ja metsätalous, metsä- ja elintarviketeollisuus, sininen biotalous, luontomatkailu ja muut ekosysteemipalvelut, bioenergia, teollinen biotekniikka ja synteettinen biologia sekä näihin kaikkiin liitetyt uudet, korkean arvonalisän tuotteet. Toisaalta terveyttä ja terveyteen liittyvää teknologiaa on ainoastaan sivuttu ja lisäksi tässä raportissa ei ole laadittu katsausta biotalouden tulevaisuuden tuotteisiin, joita käsiteltiin VTT:n ja Luken laatimassa erillisessä raportissa (Arasto ym. 2021). Tässä raportissa ei myöskään laadittu vertailuja muiden maiden biotalousstrategioihin, josta Luke laati erillisen selvityksen (Lier ym. 2021). Laskennallisten biotalousskenaarioanalyysien taustalla hyödynnettiin työpaja-aineiston lisäksi ilmasto-, energia- ja biotalousskenaarioiden

taustamateriaaleja, joita VTT ja Luke ovat laatineet muissa hankkeissa, sekä VTT:n ja Luken tietokantoja.

Raportin luvussa kaksi on esitelty Suomen biotalouden kehitystä viime vuosina ja nykytila perustuen Luken tilastoihin¹. Skenaariotyön ennakointiprosessi ja yhteenveto asiantuntijatyöpajan tuloksista on kuvattu luvussa kolme. Luvussa neljä on esitetty laskennallisten skenaarioiden taustat ja lähtöoletukset sekä laskennalliset skenaariotulokset. SWOT-analyysin menetelmä ja tulokset on kerrottu luvussa viisi, mukaan lukien arviot sosiaalisesta oikeudenmukaisuudesta. Lopuksi on esitetty johtopäätökset perustuen skenaariotyöhön sekä laskennallisiin ja laadullisiin vaikutusarvioihin.

1 <https://www.luke.fi/avoin-tieto/biotalouden-katsaukset/biotalous-lukuina/>

2 Suomen biotalouden kehitys ja nykytila

Jari Viitanen, Antti Mutanen & Mikko Kurttila, Luke

Biotalousdelle ei ole olemassa yksikäsitteistä määritelmää. Yksinkertaistaen biotaloudella tarkoitetaan tuotantoa, jossa hyödynnetään biologisia luonnonvaroja. Biotalousdteen liittyy tyypillisesti vaatimus luonnonvarojen käytön kestävydestä, tavoite tuotannon innovatiivisuudesta sekä resurssien kierto eli kierrätys ja jätteiden hyödyntäminen. Euroopan unionin vuoden 2018 päivitettyssä biotalousstrategiassa biotalous tunnustetaan keskeiseksi keinoksi kestäväen kehityksen tavoitteiden saavuttamisessa, kiertotalouden ja vihreän siirtymän vauhdittamisessa sekä ilmastonmuutoksen hillitsemisessä (Euroopan komissio 2018).

Biotalousdten määritelmän laveuden vuoksi biotalous voi tarkoittaa eri yhteyksissä eri asioita. Tuoreen kansallisia biotalousstrategioita tarkastelevan selvityksen mukaan eri maiden biotalousdten sisällyttämien sektorien, biotalousdten tavoitteiden ja niiden yksityiskohdaisuuden sekä tavoitteiden toteutumisen mittaamiseen käytettävien kriteerien välillä on huomattavia eroja, jotka heijastelevat muun muassa eroja maiden talousrakenteissa ja biotalousdten merkityksessä, kuten myös poliittisia painotuksia (Lier ym. 2021). Suomen vuoden 2014 biotalousstrategian havaittiin olevan yksi harvoista kansallisista biotalousstrategioista, joissa biotalousdelle oli asetettu selkeitä numeerisia tavoitteita sekä niihin sidottuja indikaattoreita (Lier ym. 2021).

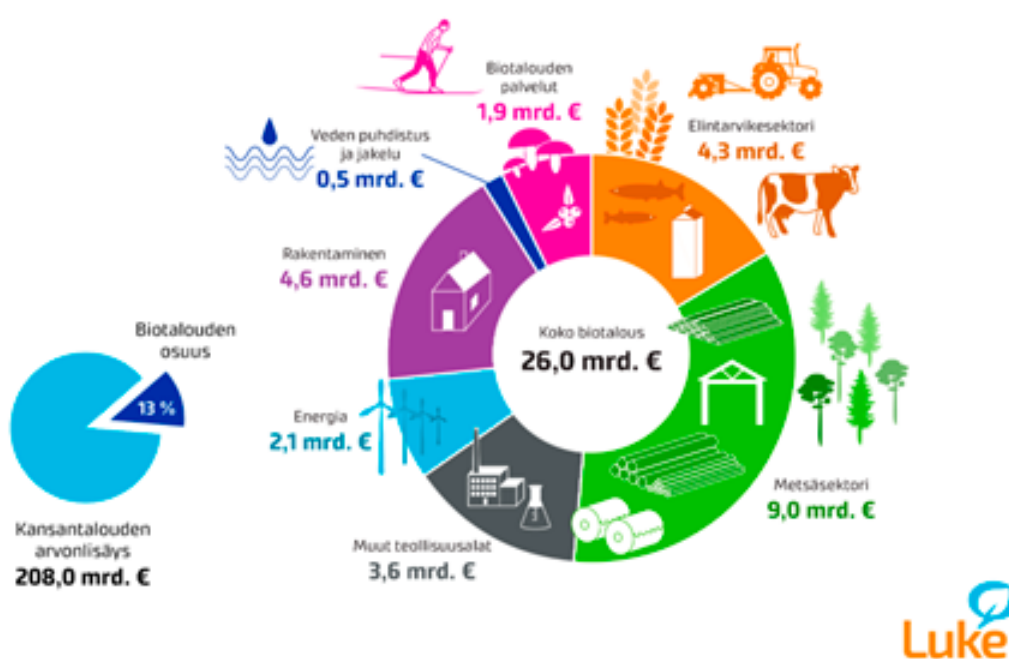
Suomessa biotalousdteen on määritetty kuuluvaksi lukuisia eri biologisia sekä laajemmin uusiutuvia luonnonvaroja käyttäviä toimialoja. Toimialajako perustuu TOL 2008 -toimialaluokitukseen, joka on yhteensopiva Euroopan unionin käyttämän Nace, rev. 2 -luokituksen kanssa. TOL 2008 -luokitusta ei ole suunniteltu biotalousdten näkökulmasta, jonka vuoksi joitakin toimialoja on luettu kuuluvaksi kokonaan biotalousdteen, kun taas joistakin toimialoista biotalousdteen on luettu kuuluvaksi vain osa (kts. Luke 2020). Eri toimialojen biotalousdteen kuuluvien osien suuruudet perustuvat asiantuntija-arvioihin. Biotalousdten tilastointi pohjautuu Tilastokeskuksen keräämiin kansantalouden tilinpidon tilastoihin, ja varsinaisia biotaloustilastoja julkaisee Luke. Tilastot sisältävät tietoja biotalousdten tuotoksesta, arvonlisäyksestä, investoinneista, tavaraviennistä ja työllisten määrästä (Luke 2021).

Vuonna 2019 biotalousdten arvonlisäys eli arvonlisä Suomessa oli 26 miljardia euroa, mikä oli kaksi prosenttia edellisvuotta enemmän ja vastasi 13 prosenttia koko kansantalouden arvonlisäyksestä. Biotalousdten tuotos vuonna 2019 oli 74,4 miljardia euroa, mikä puolestaan vastasi 16 prosenttia kansantalouden kokonaistuotoksesta. Edelliseen vuoteen

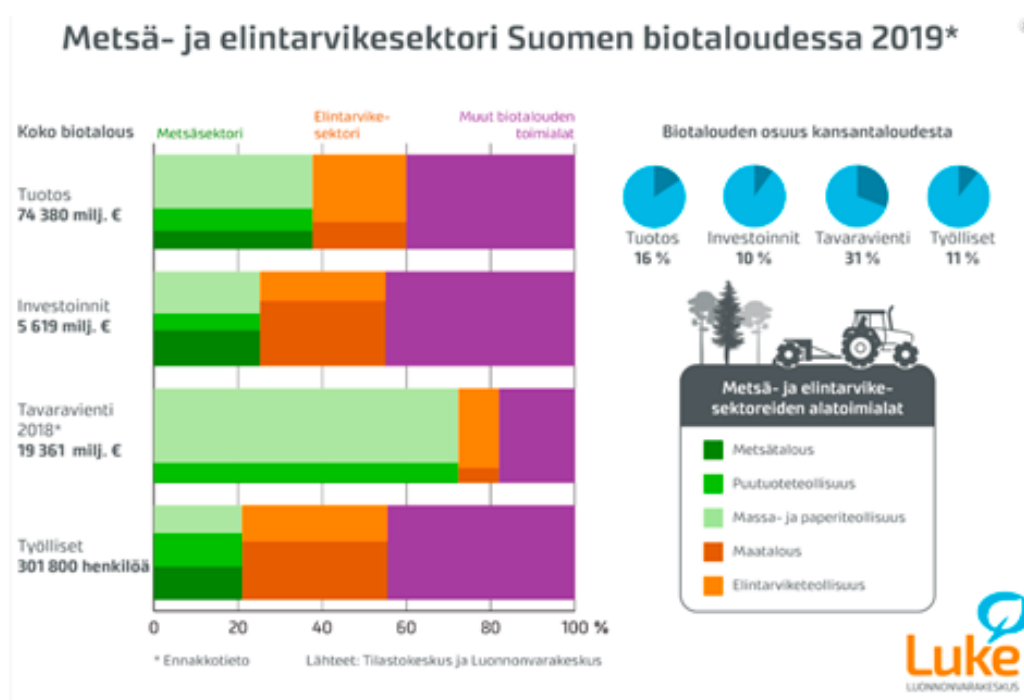
verrattuna tuotoksen määrä kasvoi prosentin. Biotalous osuus investoinneista oli 10 ja Suomen viennistä 31 prosenttia (Kuva 1 ja Kuva 2).

Biotalous toimialoista suurin on metsäsektori. Vuonna 2019 sen osuus biotalous arvonlisäyksestä oli 35 prosenttia, mikä oli prosenttiyksikön edellisvuotta enemmän. Elin-
tarvikesektori sekä biotalous luettava osuus rakentamisesta olivat seuraavaksi suurim-
mat toimialat. Niiden molempien osuus biotalous arvonlisäyksestä oli noin 17 prosent-
tia. Edelliseen vuoteen verrattuna elintarvikesektorin arvonlisäys kasvoi kuusi prosenttia ja
rakentamisen laski neljä prosenttia. Muita biotalous kasvavia aloja olivat biotalous luettava
osa kemianteollisuudesta ja biotalous palvelut. Toistaiseksi niiden kummankin
osuus biotalous arvonlisäyksestä jää alle kymmenen prosentin.

Kuva 1. Biotalous arvonlisäys toimialoittain vuonna 2019, ennakkotieto (Lähteet: Tilastokeskus ja
Luonnonvarakeskus 2021).



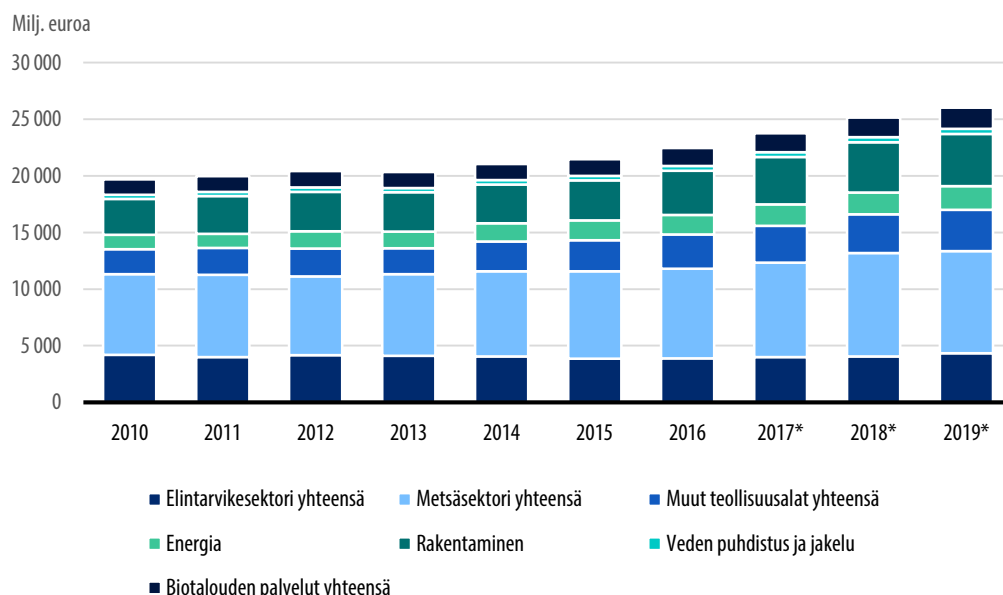
Kuva 2. Metsä- ja elintarvikesektori Suomen biotaloudessa 2019, ennakkotieto (Lähteet: Tilastokeskus ja Luonnonvarakeskus 2021).



Biotalouden arvonlisäys on kasvanut 2010-luvun aikana siten, että vuonna 2019 käypähintainen arvonlisäys oli noin kolmanneksen suurempi kuin vuonna 2010 (Kuva 3). Toimialoista metsäsektori, rakentaminen, energia sekä lääke- ja kemianteollisuus ovat selkeimmin kasvattaneet arvonlisää. Metsäsektorin sisällä massa- ja paperiteollisuus sekä metsätalous ovat pystyneet kasvattamaan arvonlisäystä, puutuoteteollisuudessa kehitys sen sijaan on ollut selvästi hitaampaa. Luontomatkailun ja virkistyskäytön toimialalla arvonlisäys on kiihtynyt vuoden 2014 1,3 miljardista eurosta vuoden 2019 lähes 1,7 miljardiin euroon. Elintarvikesektorilla arvonlisäys puolestaan on pysynyt noin neljän miljardin tasolla koko vuosikymmenen ajan.

Biotalouden kokonaistuotos Suomessa kasvoi 2010-luvun alkuvuosina melko hitaasti, mutta vuoden 2016 jälkeen tuotoksen kasvu on kiihtynyt erityisesti massa- ja paperiteollisuuden tuotannon kasvun vuoksi. Myös luontomatkailun ja kemianteollisuuden tuotokset ovat kasvaneet koko vuosikymmenen ajan ja rakentamisessa vuoden 2015 jälkeen. Elintarvikesektorilla tuotoksen määrä supistui vuosien 2012–2015 aikana, mutta on sen jälkeen taas kääntynyt kasvuun.

Kuva 3. Suomen biotalouden arvonlisäys 2010–2019, ennakkotieto (Lähteet: Tilastokeskus ja Luonnonvarakeskus 2021).



Vuonna 2019 biotalouden toimialat työllistivät yhteensä 301 800 henkilöä, mikä oli 11 prosenttia työllisten kokonaismäärästä. Biotalous työllisten määrä väheni edellisestä vuodesta 1 500 henkilöllä, vaikka kaikkien työllisten määrä kasvoi 44 000 henkilöllä. Biotalous työllisten määrä kasvoi eniten luontomatkailussa ja virkistyskäytössä sekä metsätaloudessa, yhteensä 2 800 henkilöllä. Vastaavasti elintarvikesektorilla työllisten määrä väheni eniten, 1 800 henkilöllä.

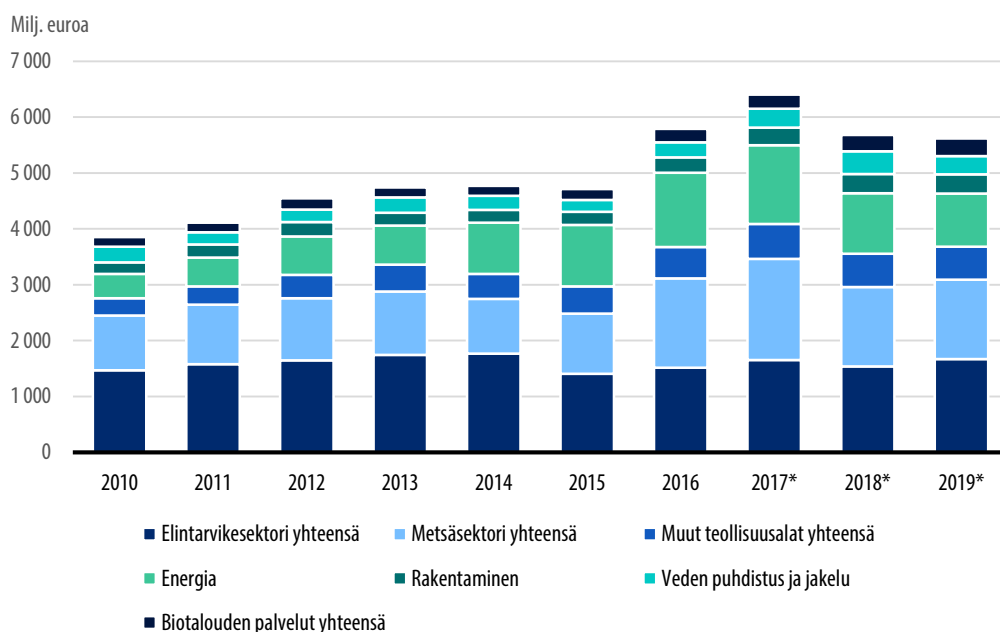
Maatalous oli edelleen vuonna 2019 biotalouden suurin työllistäjä 64 300 henkilöllä, vaikka sen työllisten määrä on vähentynyt 21 900 henkilöllä vuoteen 2010 verrattuna. Samana aikana rakentamiseen, luontomatkailuun ja virkistyskäyttöön on tullut yhteensä 13 800 uutta työllistä.

Biotalous investoinnit vähenivät kolme prosenttia vuonna 2019 edellisvuoteen verrattuna (kuva 4). Elintarvikesektorilla investoinnit kuitenkin kasvoivat kuusi prosenttia ja kattoivat kolmanneksen biotalouden investoinneista. Metsäsektorin investoinnit säilyivät lähes edellisen vuoden tasolla ja niiden osuus oli neljäsosa biotalouden investoinneista. Uusiutuvan energian investoinnit vähenivät 15 prosenttia.

Biotalous investoinnit ovat kuitenkin trendinomaisesti kasvaneet 2010-luvulla. Vuosien 2016–2017 lukuihin vaikuttaa erityisesti vuonna 2017 käynnistynyt Äänekosken

biotuotetehdas. Myös muita metsä- ja energiateollisuuden investointeja valmistui tuona ajankohtana.

Kuva 4. Suomen biotalouden investoinnit 2010–2019, ennakkotieto (Lähteet: Tilastokeskus ja Luonnonvarakeskus 2021).



Vuonna 2014 laaditun biotalousstrategian tavoite on luoda biotalouteen 100 000 uutta työpaikkaa vuoteen 2025 mennessä. Tavoite näyttää tilaston valossa vaikeasti saavutettavalta. Biotalous työllisten määrä on vähentynyt 14 900 henkilöllä vuosikymmenen alkuun verrattuna. Vuoden 2014 strategian tavoite biotalouden tuotoksen kasvattamiseksi sataan miljardiin euroon näyttää myös haasteelliselta saavuttaa, koska se edellyttäisi tuotoksen arvon kasvua yli viidellä prosentilla vuodessa vuoteen 2025 asti. Vuosien 2018 ja 2019 välillä tuotoksen arvo kasvoi prosentin.

Biotalous käsitteen, tilastoinnin ja sen koon määrittelyn ongelmat ovat tunnettuja. Esimerkiksi Suomen biotalouden tilastoinnissa liikenne on jätetty kokonaan biotalouden ulkopuolelle, vaikka esimerkiksi raakapuun, metsäteollisuustuotteiden ja elintarvikkeiden kuljetussuoritteet ja näistä syntyvä arvonlisäys ovat merkittäviä. EU-tason tarkastelussaan Kuosmanen ym. (2020) tunnistavat biotalouteen sisällytettävien ja siitä poisjätettyjen toimialojen kirjon lisäksi ongelmia siinä, että joidenkin biotalouden toimialojen tuotannossa käytetään tuotantopanoksina runsaasti myös uusiutumattomia luonnonvaroja, mikä tulisi

ottaa huomioon esimerkiksi biotalouden luomaa arvonlisäystä mitattaessa. Lisäksi kantaa otetaan käyttöihin biotalouden mittareihin: tuotos on arvonlisäykseen verrattuna vähemmän suositeltava mittari johtuen muun muassa tuotoksen sisältämästä kaksoislas-kennasta (yhden biotaloussektorin sektorin tuottama lopputuote toimii toisen biotalous-sektorin panoksena) (Kuosmanen ym. 2020). Lisäksi kansantalouden tilinpitoon sisältyvä tilastointi sisältää vain toimintoja, joissa raha on vaihtanut omistajaa. Näin ollen markki-nattomien tuotteiden ja palveluiden arvo, kuten vapaa-ajan ulkoilun hyvinvointivaikutuk-set tai metsien hiilensidonnan ilmastovaikutukset, jäävät tilastoinnin ulkopuolelle.

3 Skenaariotyön ennakointiprosessi ja yhteenveto asiantuntijatyöpajan tuloksista

Nina Wessberg, Jouko Myllyoja & Tiina Koljonen, VTT

3.1 Ennakointiprosessin kuvaus

Ennakointiprosessi käsitti 27.11.2020 järjestetyn työpajan valmistelun, toteutuksen ja sisältöjen edelleen jalostamisen osana laajempaa tutkimusprosessia. Työpaja kesti kolme tuntia ja siihen osallistuivat ministeriöiden asiantuntijoiden lisäksi asiantuntijoita Luke:sta ja VTT:ltä. Osanottajia oli 14, jotka jaettiin työpajatyöskentelyssä kahteen ryhmään. Hankkeen tutkijoita oli lisäksi paikalla seitsemän, jotka toimivat fasilitoijina, kirjureina ja tarkkailijoina.

Työpaja toteutettiin Teams-virtuaalityöpajana, jonka sisällöntuotannollisena työkaluna käytettiin Google Jamboard-pilvialustaa². Kaikilla osanottajilla oli mahdollisuus luoda sisältöjä suoraan käytetylle työpajapohjalle. Alla (Kuva 5) on esimerkki toisen ryhmän tuottamasta kokonaisuudesta.

² Google Jamboard: Collaborative Digital Whiteboard | Google Workspace for Education | Google for Education



Työpajan osanottajia pyydettiin miettimään Suomen biotalouden muutostekijöitä politiikan, talouden, yhteiskunnallisten ja sosiaalisten vaikutusten, teknologian, ympäristön ja arvojen näkökulmista. Ensisijaisena kehikkona hyödynnettiin toivottavan skenaarion maailmaa, jonka rinnalle luotiin myös haastavan skenaarion vaihtoehtoinen tulevaisuuskuva. Jaetun tulevaisuuskuvan kirkastamiseksi työpajassa muodostettiin vision elementtejä.

Työpaja etsi vastauksia muun muassa seuraaviin kysymyksiin:

- Millaisia arvoja halutaan edistää biotaloudessa?
- Millaisia liiketoimintamahdollisuuksia halutaan edistää?
- Millaisia yhteiskunnallisia ja sosiaalisia vaikutuksia halutaan edistää?
- Mitä teknologiaa halutaan edistää? Mitkä ovat uusien teknologioiden mahdollisuudet?
- Mitkä ovat tärkeimmät ympäristöasiat, joita halutaan korostaa biotaloudessa?

3.2 Työpajan tulokset

Alla on kuvattu kahden ryhmän esittämät keskeiset näkökulmat työpajassa esitettyihin kysymyksiin. Tulosten tulkinnassa kannattaa kuitenkin huomata työpajan rajallinen osallistujamäärä.

Ryhmä 1

Keskeisenä lähtökohtana tunnistettiin, että kestävä biotalouden lähtökohtana tulee olla *”vähemmästä enemmän”*. Ihanteellista olisi, jos Suomi olisi globaali biotalouden mahdollistavien ratkaisuiden kehittäjä ja viejä ja biotalouden uusien teknologisten ratkaisuiden edelläkävijä. Tällä hetkellä Suomi lienee paras tai ainakin parhaita maailmassa puuaineksen hyödyntäjänä metsäteollisuudessa sekä biotekniikassa ja materiaalitekniikassa. Suomessa on paljon pieniä yrityksiä, jotka voivat tuoda kasvua biotalouteen, mm. metsäkone-tekniologian saralla.

Ruokajärjestelmän osalta Suomea kannattaa korostaa puhtaan ruuan tuottajana. Tulevaisuuden teknologioiden osalta tunnistettiin myös solu- ja mikrobipohjaiset biotuotteet, joka osittain voi irrottaa ruoan tai muiden biotuotteiden alkutuotannon pellolta ja metsästä pois. Synteettisen biologian mahdollisuudet ovat Suomessa jo olemassa. Myös luontomatkailun kasvumahdollisuudet, ja luonnon arvo terveyden ja hyvinvoinnin lähteenä, myös liiketoimintamielessä, tulee tunnistaa.

Työpajan osanottajat halusivat kysyä, että minkälaisella profiililla Suomi haluaa tulla ulos biotalouden areenoilla: *”...biomassan tuottajana vai sen viisaana hyödyntäjänä?”* Uuden

biotalousstrategian tulisi antaa vastaus siihen, mikä on biomateriaalien tavoiteltu käyttö. Erilaiset käyttömuodot tulee myös pystyä sovittamaan yhteen, esim. puuraaka-aineen teollinen hyödyntäminen ja toisaalta metsät luontoarvojen ja -palveluiden tarjoajana. Luontoon perustuvan palveluliiketoiminnan mahdollisuuksia voisi edistää yhteistyössä eri sektoreiden kanssa. Metsien teolliseen hyötykäyttöön saatetaan tulevaisuudessa suhtautua ehtistä kriittisemmin. Siitäkin syystä luonnon aineettomien arvojen parempi huomioiminen on merkityksellistä. Työpajan tuloksena huomioitiin myös, että eettiset arvot ohjaavat enenevässä määrin myös biotalouden markkinoita tulevaisuudessa.

Ryhmä 2

Toisessa ryhmässä keskusteltiin muun muassa biotalouden lisäarvosta. Yleisesti ottaen katsottiin, että alan tulee pyrkiä korkean arvonlisän luomiseen. Huomioitavaa on, että arvonlisän muodot ja mahdollisuudet poikkeavat toisistaan riippuen siitä, koskeeko tarkastelu esimerkiksi lääketeollisuuden tuotteita, maataloutta vai metsätaloutta. Biotalous eri aloihin integroitava luonne tarkoittaa samalla myös sitä, että arvonlisäyksen arviointi on kompleksista ja haastavaa.

Biotalousella on usein vahva paikallinen ulottuvuus, mutta samaan aikaan globaalit markkinat muokkaavat menestyksen edellytyksiä. Ryhmässä nousi tältä osin esiin innovaatio-ekosysteemisen mallinnuksen mahdollisuudet, jotka rakentuvat moniulotteiselle toimijakentän tunnistamiselle ja systeemille tiedon tuottamiselle.

Ryhmässä koettiin tarvetta luoda laajemmin jaettua ymmärrystä siitä, miten biotalouden tulisi sijoittua talouselämän kokonaisuudessa ja millaisia erilaisia mahdollisuuksia biotalouden myötä voidaan Suomelle luoda jatkossa. Yhtäältä tämä tarkoittaa biotalouden moninaisuuden avaamista entistä paremmin julkisessa ja poliittisessa kentässä, miltä osin esimerkiksi työllistämisvaikutukset ja kestäväyyteen liittyvien seikkojen paremmin näkyväksi tekeminen on tärkeää. Samaa aikaan alan tulee pyrkiä toimimaan vahvan visionärisesti, uudenlaista yhteistyötä luoden ja erilaisia sektoraalisia ja hallinnollisia raja-aitoja ylittäen. Viestintä ja vaikuttaminen edustavat käytännöllisempää keinovalikoimaa, joiden avulla tulee kyetä näyttämään, miksi maailman tulee edetä kohti biotalouden tuotteita. Biotalous kykenee haastamaan tuotteiden valmistusta fossiilisista raaka-aineista uusien biomateriaaleja avulla, mutta sen tulee myös ensi vaiheessa tiedostaa ja tukea kertotalouden pohjautuvaa mallia, jossa perinteiset ja uudet tuotteet kulkevat rinnan.

Tulevaisuuteen katsoen ryhmässä todettiin Suomella olevat hyvät lähtökohdat menestyä biotalouden saralla niin alueellisesti, kansallisesti kuin globaalisti. Biotalousella nähtiin myös katalyyttinen mahdollisuus luoda kestävää tulevaisuutta uusien ratkaisujen, tuotteiden ja palveluiden kautta. Pohja tälle rakennetaan vakaan ja pitkäjänteisen TKI-toiminnan, korkean osaamisen sekä sitä tukevan, ennakkoivasti toimivan koulutustoiminnan avulla.

3.2.1 Suomen biotalouden visio

Työpajan osallistujia ja pyydettiin myös pohtimaan ryhmissään Suomen biotalouden tavoitetta ja visiota. Keskusteluissa esitettiin mm. kysymys siitä, minkälaisella profiililla Suomi haluaa tulla ulos biotalousareenoilla - biomassan tuottajana vai sen viisaana hyödyntäjänä? Toisaalta esitettiin, että Suomen biotalousstrategian tulisi tarjota selkeän vastauksen siitä, mikä on biomateriaalien tavoiteltu käyttö. *”Vähemmästä enemmän”* oli ehkä selkein yhteinen näkökulma ja tahtotila työpajan osallistujien keskuudessa.

Alla on yhteenveto molempien ryhmien näkökulmista, jotka ylätasolla olivat hyvin samankaltaiset:

- Suomi on kestävä ja eettisen biotalouden edelläkävijä ja globaali biotalouden uusien teknologisten ratkaisujen kehittäjä ja viejä (valituissa teknologioissa ja ratkaisuissa).
- Käyttömuotojen yhteensovittaminen (metsä) sekä tuotteiden ja palveluiden arvonnäkökulman nostaminen, luonnon aineettomien arvojen parempi huomioiminen ja luontoekosysteemipalveluiden laajempi hyödynnys: biotaloudesta kestävästi ja vastuullisesti tuotekehityksen avulla lisäarvoa ja aineetonta hyvää.
- Suomelle maine kestävä biotalouden huipputaajana: Suomi kunnianhimoinen TKI-testbed -alusta, vähemmästä biomassasta enemmän lisäarvoa, koulutus mahdollistajana.
- Tarvitaan kasvupyrähdys ja fokusointia. Missä Suomi on nyt paras ja mistä kasvua biotalouteen? Jo nyt on pieniä yrityksiä runsaasti tuomassa kasvua biotalouteen.
 - Puuaineksen hyödyntäminen metsäteollisuudessa, uudessa teknologiassa (biotekniikka, materiaalitekniikka), metsäkoneteknologia.
 - Suomi on kokoansa suurempi ruoantuotannon ”suurvalta”: tuotanto on lähellä hiilineutraalia, hyödyntää kierrot. Lisäksi ruokajärjestelmän vahvuutena on puhtaus.

4 Biotalouskehityskulkua kuvaavan skenaarion muodostus ja laskennalliset skenaariotulokset

4.1 Biotalouskehityksen skenaarion muodostus

*Nina Wessberg, Jouko Myllyoja, Tiina Koljonen & Antti Arasto, VTT
Pasi Rikkonen, Mikko Kurttila & Jyrki Aakkula, Luke*

Luvussa 3 esitetyn työpajan tulosten perusteella laadittiin tarinallinen biotalouden kestävä kasvun skenario. Lähtökohtana oli laatia kuvaus Suomen biotalouden mahdollisuuksista, mikäli biotalous rakentuu entistä vahvemmin arvonaluontiin korkean arvonlisän ja aineettomien hyödykkeiden kautta. Taustaoletuksena myös oli, että Suomi saavuttaa hiili-neutraaliuden vuoteen 2035 mennessä pääministeri Sanna Marinin hallitusohjelman mukaisesti. Lisäksi pyrittiin huomioimaan, kuinka resurssitehokkuus ja laajemmin kiertotalous edistäisi kotimaisten luonnonvarojen vastuullista hyödyntämistä.

Alla on esitetty yhteenveto laaditun biotalousskenaarion peruselementeistä. Näiden rinnalla on esitetty myös näkökulmia Suomen biotalouden kehityksen mahdollisesti kohtaamista haasteista tai uhista, joita on osittain hyödynnetty myös luvun 5 SWOT-analyysissä.

Kuva 6. Kuvaus biotalouden kehityskulkua kuvaavan skenaarion muutoskohteista ja mahdollisista haasteista perustuen työpajan tuloksiin.

Keskeiset muutoskohteet	Biotalous rakentuu entistä vahvemmin arvonaluontiin korkean arvonalisän ja aineettomien hyödykkeiden kautta	Biotalouden kehitys kohtaa haasteita
Taloustilanne	Suomen, EU:n ja maailman taloudet elpyvät 2021–2022 ja kääntyvät kasvuun. Uusi arvonaluonti: Talouden uudet mittarit (ml. kiertotalous/jakamistalous) noudattavat uutta "kestävyyssnormia"	Talouden elpymisen hidasta etenkin 2020-luvun alkupuolella.
Tuote-repertuaarin kehitys	Korkean arvonalisäyksen metsäteollisuuden tuotteita esim. kasvava tekstiilikuidun tuotanto (jatkojalostus vaatteiksi todennäköistä jatkossakin Aasiassa). Pakkausteknologian kehitys, biomuovit, puurakentamisen kasvu, biokemikaalit. Geenieditointi on osa biotaloutta. Sinisen biotalouden tuotteet ml. kiertovesiviljely, kalaproteiini Puurakentaminen (ja sen tilastointi biotalouden tilastoissa) kasvaa (= > n. 10 % lisäys sahateollisuuteen) Biotalous kaupunkiympäristössä ml. vertikaali- ja soluviljely, pitkällä aikavälillä proteiinia jopa ilmasta, synteettinen biologia => ruoantuotantoa "irti maasta". Synteettinen biologia Solu- ja mikrobipohjainen tuotanto voi mahdollistaa tuotannon raaka-aineiden irtautumista pois pelloilta tai metsistä (vrt. myös biotalous kaupunkiympäristössä)	Voidaanko hiilineutraalisuus saavuttaa vuoteen 2035 mennessä? Energiajärjestelmän murros haastaa biotaloutta. Digitaalinen alustatalous haastaa biotaloutta.
Politiikka-painotukset	Poliittisen johdon näkyvä tuki biotaloudelle => Innovaatiopanostuksia lisätään, biotaloutta suosiva veropolitiikka, toimintaympäristön ennakoitavuus, paine fossiilisten raaka-aineiden korvaamiseen kasvaa, panostukset koulutukseen.	EU:n komission vahva ohjaus (energia, ilmasto, LULUCF, maatalous, jne.)
Kuluttaja-käyttäytyminen	Kuluttajien luottamus talouteen ja terveysturvallisuustilanteeseen palautuu. Kansalais- ja kuluttajakäyttäytymisen merkityksen kasvu taloudessa. Vastuullisen tuotannon vaatimus. Ruokavalion muutos.	Luottamus talouteen horjuu, välttämättömyshyödykkeet korostuvat, kuluttamisen tavat muuttuvat, siirrytään verkkoalustoihin.

Kuva 7. Kuvaus biotalouden kehityskulkua kuvaavan skenaarion muutoskohteista eri toimialojen näkökulmista sekä haasteista perustuen työpajan tuloksiin.

Keskeiset muutoskohteet	Biotalous rakentuu entistä vahvemmin arvonaluontiin korkean arvonalisän ja aineettomien hyödykkeiden kautta	Biotalouden kehitys kohtaa haasteita
Metsäsektori	Käyttömuotojen yhteensovittaminen (kotimaisen puun käyttö) kiihdyttää kehitystä: biodiversiteetin huomiointi läpileikkaavasti, metsät hiilinieluna (ml. nielu kauppaa), aineettomat palvelut, materiaalihetkoisuus & kiertotalous.	Kriittisyys metsien käyttöä kohtaan lisääntyy globaalisti ja kansallisesti
Ruokajärjestelmä	Maatalouden digitalisaatio (automaatisointi tehostaa tuotantoa, pienemmältä alalta enemmän), uudet ruokatuotteet ja niiden jalostus. Eläintuotannon kehitysmahdollisuudet ja maltillisen ruokavaliomuutoksen kuvaaminen. Luomun merkitys Suomessa vs. EU:n tavoite (onko sama?). Ravinteiden kierto, lanta, biokaasu.	Kotimaisen ruoantuotannon kilpailukyky?
Sininen biotalous	Kalatalous, kiertovesiviljely: voisiko jossain määrin korvata maatalouden tuotantoa (vrt. rehuntuotanto, ruokavalion merkitys)? Levät ja niiden rooli?	Kotimaisen kalatalouden kilpailukyky? Kalan arvostus?
Luontopalvelut ja -tuotteet	Ekosysteemipalvelujen merkityksen kasvu näkyy myös merkittävänä kasvuna biotalouden tuotoksessa. Luontomatkailun ja luonnon virkistyskäytön kysyntä kasvaa, luonto kaupunkiympäristössä. Käyttömuotojen yhteensovittaminen onnistuu laajalti.	Korona tekee pysyvän loven matkailuun. Käyttömuotojen yhteensovittaminen haastavaa.
Energia, rakentaminen, teollisuus, liiketoiminta, jne.	Kohti hiilinegatiivisia prosesseja. Kestävät tuotteet ja palvelut kilpailukykyisiä markkinoilla. Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutuminen => uudet kasvun mahdollisuudet. Ympäristömyönteinen ajattelu korostuu lisääntyvästi ihmisten ajattelussa ja kulutusvalinnoissa.	Poltaminen ei hyväksyttyä. Tuotteiden hinta ratkaisee. Puurakentaminen ei etene. Ilmastonmuutoksen aiheuttamat luonnontuhot.
Osaaminen, TKI, tutkimus, jne.	Panostetaan koulutukseen ja osaamisen kehittämiseen. Esim. kestävyys läpileikkaavana osa-alueena kaikessa koulutuksessa => biotalousosaamisen ja palvelujen vienti. Poikkisektoraiset tavoitteet ja vaikuttavuustarkastelut lisääntyvät => ennakoitavuus ja mittaaminen paranevat, läpinäkyvyys ja yleinen ymmärrys kasvavat.	Suomen rooli enemmän raaka-aineen ja puolijalosteiden tuotantomaana säilyy. Biotaloutta ei nähdä samassa määrin mahdollisuutena Suomelle.

4.2 Laskennallisen skenaarioanalyysin yleiset taustaoletukset

Tiina Koljonen, VTT

Kuten edellä esitettiin, yhtenä keskeisenä laskennallisen analyysin lähtökohtana oli Suomen hiilineutraalisuustavoitteen saavuttaminen vuoteen 2035 mennessä. VTT:n koordinoimassa VN-TEAS -hankkeessa HIISI (Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset)³, jossa Luke on myös yhtenä tutkimuskumppanina, laaditaan parhaillaan skenaarioita Suomen ilmasto- ja energiastrategian sekä keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman (I. KAISU) laadinnan tueksi. Tässä skenaariotyössä on mahdollisuuksien mukaan hyödynnetty HIISI-työn taustaoletuksia muiden, kuin biotalouden sektoreiden osalta, joiden taustaoletuksia on esitetty seuraavissa luvuissa. Tätä biotalouden skenaariotyötä laadittaessa hiilineutraalisuustavoitteen saavuttavan politiikkaskenaarion laadinta oli kuitenkin vasta hyvin varhaisessa vaiheessa, ja uusista ohjaustoimista ei ollut tietoa.

HIISI-hankkeen lisäksi tässä työssä on hyödynnetty VTT:n ja Luken aiempia skenaariotöitä (Koljonen ym. 2020, Arasto ym. 2018) sekä Metsäteollisuus ry:n ja MTK:n vähähiilitiekarttoja.

Alla on esitetty merkittävimpien biotaloussektoreiden skenaario-oletuksia, jotka näkyvät lähinnä luonnonvarojen käytössä, uusien teknologioiden käyttöönotossa sekä Suomen energia- ja kasvihuonekaasupäästöjen taseessa. Kestävästä biotalouden kasvuskenaariosta on käytetty lyhennettä BioScen.

4.2.1 Maatalouden ja elintarviketeollisuuden kehitys

Heikki Lehtonen, Pasi Rikkonen, Jari Setälä & Jyrki Aakkula, Luke

Maatalouden skenaario perustuu edellä luvussa 3.1 esitettyyn biotalouden visioon, luvun 4.1 biotalouden skenaarion muodostukseen sekä osin 2020 julkaistuun Hiilineutraali Suomi 2035 – Säästö-skenaarioon (Koljonen ym. 2020) ja samana vuonna julkaistuun Maatalouden ilmastotiekarttaan (Lehtonen ym. 2020), jossa on maa- ja elintarvikealan toimijoiden näkemyksiä odotettavissa olevasta kehityksestä. Luvuissa 3.1 ja 4.1 lueteltiin seuraavia erityisesti maa- ja elintarviketaloutta koskevia tavoitetoja ja niihin liittyviä kysymyksiä.

3 Ks. <https://www.hiisi2035.fi/>

Tavoitetilassa Suomi on kokoaan suurempi ruoantuotannon ”suurvalta”: tuotanto on lähellä hiilineutraalia ja tuotannossa hyödynnetään optimoituja ainekiertoja. Lisäksi ruokajärjestelmän vahvuutena on puhtaus. Biotalous rakentuu entistä vahvemmin arvonaluontiin korkean arvonalisän ja aineettomien hyödykkeiden kautta. Maatalouden digitalisaatio ja automatisointi tehostaa tuotantoa, jossa pienemmältä alalta sekä tuotetaan enemmän että innovoidaan uusia tuotteita ja niiden jalostusta. Tärkeässä roolissa ovat myös eläintuotannon kehitysmahdollisuuksien ja maltillisen ruokavalionmuutoksen edistäminen. Tavoitetilassa ravinteiden kierto, käyttö ja biojalostamotuotteet kuten biokaasu laajemminkin edistyvät.

Biotaluksen kehitys kohtaa kuitenkin haasteita: Miten kotimaisen ruoantuotannon kilpailukyky kehittyy maa- ja kalataloudessa? Onko uusille tuotteille markkinoita? Mikä on luonnon merkitys ja kehityskulku Suomessa suhteessa EU-tason tavoitteisiin? Mikä on sinisen biotalouden kasvupolku kotimaisessa kalataloudessa ja miten uudet tuotantoteknologiat, kuten kiertovesiviljely edistyvät? Voisiko kalataloudella olla kasvava rooli korvata maatalouden tuotantoa (vrt. rehuntuotanto, ruokavaliomuutoksen merkitys, kalan arvostus)? Miten non-food vesiviljely (mm. levien kasvatus) kehittyy? Lisäksi suurena läpileikkaavana kysymyksenä on ilmastomuutoksen vaikutukset tuotantoon ja siihen sopeutuminen, jotka haasteiden (mm. luonnontuhot) lisäksi myös tarjoavat uusia kasvun mahdollisuuksia. Biotaluksen kasvun esteenä on myös se, että Suomen rooli enemmän raaka-aineiden ja puolijalosteiden tuotantomaana säilyy, eikä korkean lisäarvon jalostukseen onnistuta houkuttelemaan investointeja.

Seuraavassa käydään läpi yllä mainittuihin tavoitteisiin ja kysymyksiin liittyviä toimia ja ohjauksia, joilla tavoitteita kohden päästään. Niiden jälkeen esitetään maatalouden taloudelliseen mallintamiseen pohjautuva arvio maa- ja elintarviketalouden kehityksestä vuoteen 2035 ja 2050.

Kiertotaloutta edistetään vahvasti ja maatalouden tuottavuutta kehitetään määrätietoisesti eri keinoin. Lannasta ja nurmesta tuotetaan biokaasua kasvavassa määrin ja samalla maatalouden ravinnekierto tehostuu. Lannoitus ja ravinteiden käyttö tehostuvat maataloudessa olennaisesti tarkkuusviljelyn ja siihen liittyvien digitaalisten järjestelmien ja palvelujen seurauksena. Uusilla pitenevään kasvukauteen sopivilla kasvilajikkeilla saavutetaan niiden tarkan viljelyn ja panoskäytön ansiosta entistä suurempia satoja. Kasvinsuojeluun ja viljelyn monimuotoistamiseen sekä peltojen kasvukunnon, kuten vesitalouden ja maan rakenteen parantamiseen panostetaan. Satotasot kasvavat nurmilla noin 12 % ja muilla kasveilla noin 7 % vuoteen 2045. Satotasojen nosto viljoilla edellyttää vain vähäistä lannoituksen lisäämistä, koska viljojen typpitasot ovat ennestään varsin korkeita typpilannoitukseen nähden. Tämä tarkoittaa yhdessä tarkkuusviljelyn ja peltojen paremman kasvukunnon kanssa kustannussäästöjä ja onnistunutta sopeutumista ilmastomuutokseen (kasvava kasvitautipaine huomioiden), joka muuten johtaisi satojen määrän ja laadun

heikkenemiseen. Ennestään korkean lannoitustason heinänurmien viljelyssä 12 % sato-tason nousu vuoteen 2050 edellyttäisi arvion mukaan lähes 10 % lisäystä typpilannoituk- sessa, edellyttäen että lannoitus tarkentuu ajallisesti, laadullisesti ja määrällisesti kasvien tarpeita vastaavaksi. Sekä viljojen että nurmien tapauksessa lannoitus tuotettua yksikköä kohden kuitenkin vähenee. Monilajisten apilapitoisten nurmien viljelyyn siirtyminen voi vähentää enemmän lannoitustarvetta tuotettua satoyksikköä kohden, jos lämpenevän ilmaston edulliset vaikutukset apiloiden kasvulle kyetään hyödyntämään.

Maatalouden energiakustannukset nousevat samaan tapaan kuin muillakin talouden sektoreilla. Energian hintojen lähivuosisikymmenien arvioitu nousu, mikä on osin seurausta EU:n ja Suomen ilmastopolitiikasta, seuraa Maailman energiajärjestön arvion mukaista trendiä 2020-luvulla. Pääosa energiakustannusten noususta tulee sisältymään maatalous- tuotteiden hintoihin (OECD-FAO Agricultural Outlook 2020). Energian hintojen nousu tulee vaikuttamaan maataloudessa erityisesti lannoitteiden ja fossiilisten polttoaineiden hintoihin.

Kasvissyöntiä edistetään elintarvikkeiden sertifiointin ja kasvissyönnin terveellisyydestä valistamisen keinoin. Silloin voidaan odottaa terveellisemmän ja aiempaa kasvipainottei- semman syömisen hidasta, mutta vähitellen varsin merkittävää yleistymistä, mikä tarkoit- taa kotieläintuotteiden osittaista korvautumista kasvituotteilla. Koska ruokailutottumukset ovat osoittautuneet moninaisiksi, voidaan kuitenkin olettaa, että ruokavalioiden muutos ja kotieläintuotteiden korvautuminen on melko hidasta, joskin vuosikymmenien yli vuoteen 2035 ja 2050 asti jatkuessaan tuntuva. Lisäksi on johdonmukaista, että kotieläintuotteita ei korvata yksin proteiinipitoisilla kasvituotteilla, vaan myös merkittävässä määrin kotimai- sella kalalla, eri tavoin tuotettuna. Ruuan kulutuksessa ja tuotannossa korostuu jatkossa myös huoltovarmuus, omavaraisuus, elintarviketurvallisuus ja kotimaisten tuotteiden arvostus, ja sitä kautta kotimaisten vahvuuksien hyödyntäminen.

Punaisen lihan ja kaikkien maitotuotteiden kulutus vähenee maltillisesti mutta kokonai- suutena merkittävästi, noin 15 % vuoteen 2035. Sen sijaan siipikarjanlihan kulutus kasvaa vielä lähivuosina yhteensä noin 10 %, mutta pysyy sen jälkeen likimain ennallaan. Proteiini- pitoisten kasvien, kalan sekä leipäviljan ja kaurapohjaisten tuotteiden kulutus kasvaa (Taulukko 1). Palkoviljojen, kuten herneen ja härkäpavun menekki elintarvikkeiksi kasvaa merkittäväksi hyvin alhaiselta lähtötasoltaan. Määrällisesti näiden kasvien käyttö rehuksi rehusoijan korvaajana on suurempi kuin elintarvikekäytön kasvu. Ruokahävikki vähenee merkittävästi eri toimijoiden työn tuloksena ja siihen kannustetaan mm. biojäteverolla.

Taulukko 1. Eräiden elintarvikkeiden arvioitu kulutus vuoteen 2035 ja arvioitu satokehitys vuoteen 2045

	Kulutus vuoteen 2035	Sadot/ha vuoteen 2045
Vehnä	+3 %	+7 %
Ruis	+10 %	+7 %
Ohra	+5 %	+7 %
Kaura	+50 %	+7 %
Herne ja muut palkoviljat	+600 %	+35 %
Öljykasvit	0 %	+30 %
Sian- ja naudanliha, maitotuotteet	-15 %	
Siipikarjanliha	+ 10%	

Kotimaista kasvintuotantoa monipuolistetaan ja kehitetään määrätietoisesti. Sekä kasvinettä kotieläintuotanto kehittyy erilaiset kestävyyskriteerit täyttävään suuntaan. Eri tuotantosuunnat maataloudessa vähitellen lähestyvät – vaikkakaan eivät kaikki täysin saavuta – hiilineutraalisuustavoitettaan, jonka ne onnistuvat myös todentamaan. Näihin muutoksiin liittyy myös maataloustuen muutoksia, kuten seuraavasta ilmenee.

Kotieläintuotteiden, lukuun ottamatta kananmunia ja siipikarjanlihaa, kulutus vähenee hitaasti keskimäärin noin 15 % vuoteen 2035 ja pysyy sen jälkeen likimain ennallaan vuoteen 2050. Kotieläintuotannon kansallisten ja kotieläimille maksettavien EU-tukien kokonaismäärää maidolle, lypsylehmille ja muulle nautakarjalle vähennetään 5 % vuosina 2021–2045. Säästyvät rahat käytetään osittain tuottavuuden ja kestävien tuotantotapojen kehittämiseen, joita edistetään myös muiden varojen ja kehittämistoimien avulla. Peltohehtaaria kohden maksettavat EU-tuet, ml. LFA-tuki ja ympäristötuki, säilyvät ennallaan, mutta ovat kasvavassa määrin ehdollisia erilaisille kestävyyskriteereille. Apilanurmiseosten ja valkuaiskasvien viljelyä tuetaan pienellä, noin 60 eur/ha tuella. Tämä tuki ei yksinään ole riittävä kannustin näiden kasvien viljelyyn, vaan siihen vaikuttavat selvästi enemmän noin 30 % satotason kasvattaminen vuoteen 2050 mennessä uusien lajikkeiden ja niiden tarkan viljelyn keinoin. Pieni hehtaarikohtainen tuki palkokasveille ja apilanurmiseoksille kuitenkin vähentää osaltaan hintavaihtelusta aiheutuvaa epävarmuutta (ajoittain tuontivalkuaisen hinta voi olla jatkossakin selvästi edullisempi kotimaiseen valkuaiseen nähden ainakin rehuvalkuaisen osalta) ja kannustaa osaltaan ylläpitämään kotimaisten valkuaiskasvien tuotantoa. Laajamittainen biokaasun tuotanto kattaa vuonna 2050 noin puolet kotieläinten lannasta. Tähän on mahdollisuuksia kotieläintilojen koon ja biokaasun rakentamiseen myönnettävien tukien ja kierrätysravinnemarkkinoiden kehityksen myötä.

4.2.1.1 Muutokset maataloustuotannossa lähivuosikymmeninä

Kotieläintalouden tuotanto vähenee likimain kotimaista kulutusta vastaavasti. Näin tapahtuu etenkin sika- ja siipikarjanlihan tuotannossa. Sen sijaan maidontuotanto vähenee kotimaista maitotuotteiden kulutusta (-15 %) vähemmän, noin 12 % vuoteen 2050 (Taulukko 2). Tällöin jalostettujen maitotuotteiden vienti kasvaa. Tämä puolestaan edellyttää parhaiden asiakkaiden löytämistä useimmiten korkean tulotason asiakasryhmistä, jotka arvostavat erilaiset kestävyyskriteerit täyttäviä ja laadukkaita maitojalosteita. Viennin hitaaseen kasvuun myötävaikuttavat vakaat ja vain hitaasti nousevat hinnat maailmanmarkkinoilla sekä tuotannon tehostuminen ja tuottavuuden kasvu lypsykarjatiloihin ja meijereissä. Erityisesti tarvitaan kykyä vastata joustavasti erilaisten asiakkaiden tarpeisiin, mikä edellyttää kriittisiä investointeja jalostuksessa ja markkinoinnissa. Näin maidontuotannon väheneminen jää kotimaista kulutusta vähäisemmäksi.

Kotieläintalous tehostuu kauttaaltaan ja sen tuottavuus kasvaa. Tuotantokustannusten lievä aleneminen johtuu pääosin nopeasta rakennekehityksestä, eli tilakoon kasvusta ja maatilojen lukumäärän vähenemisestä, joka jatkuu aiemman 2000-luvun nopean trendin mukaisena. Suurten kotieläintilojen tuotantokustannusten, logistiikan ja ravinnekierrätyksen hallinta on osin seurausta laajamittaisen biokaasun tuotannon ja apilanurmien tehokkaan hyödyntämisen ansiosta. Merkittävää kustannusetua viimeksi mainituista tosin ei saada, mutta tuotannon riippuvuus fossiilisesta energiasta ja epäorgaanisista lannoitteista vähenee. Tämä auttaa kestävyyskriteerien ja hyväksyttävyyden saavuttamisessa.

Kotieläintuotannosta poistuu ensi vaiheessa heikosti kannattavaa tuotantoa, jolloin tuotannon keskimääräinen kannattavuus paranee. Kotieläintuotannon kannattavuus paranee kuitenkin jatkuvasti tämän jälkeenkin ennen muuta voimakkaana jatkuvan rakennekehityksen ja tuottavuuden kasvun vuoksi. Kasvintuotanto monipuolistuu sekä kasvi- että kotieläintiloilla valkuaiskasvien osalta, joita tuotetaan aiempaa selvästi enemmän rehuksi ja ihmisravinnoksi. Tämä edellyttää pitenevään kasvukauteen sopivien kasvilajikkeiden kehittämistä ja niiden tarkkaa asianmukaista viljelyä. Kasvintuotannon monipuolistumisella on tosin melko vähäinen vaikutus maatilojen tuloihin keskimäärin, mutta se voi paikallisesti olla merkittävää myös maatilojen tulojen kannalta. Näin käy erityisesti kauran viljelyssä, koska rehukauran viljely vähenee ja enemmän lisäarvoa tuottavan elintarvikekauran viljely lisääntyy. Kaikkiaan kauran viljelyala ja kokonaistuotanto kasvavat (Taulukko 2).

Naudanlihantuotanto vähenee lypsylehmien ja muun nautakarjan vähenemisen seurauksena. Naudanlihantuotanto alittaa selvästi kotimaisen kulutuksen tason jatkossakin, vaikka kulutus vähenee. Sianlihantuotanto vähenee vain lievästi kulutuksen vähentyessä kotimaassa, mutta viennin kasvaessa. Sen sijaan siipikarjanlihantuotanto seuraa pääosin kotimaisen kulutuksen muutosta. Myös siipikarjanlihan vienti lisääntyy, mutta vain vähän. Tähän kehitykseen vaikuttavat osaltaan suhteellisen korkeat tuotantokustannukset ja mallittainen maailmanmarkkinahintojen kehitys, joka heijastuu EU:n sisämarkkinoille ja

Suomeen. Lihan viennin merkittävä kasvattaminen edellyttäisi maailmanmarkkinahintojen selvää nousua.

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen on pääosin melko onnistunutta uusien kasvilajikkeiden ja niiden asianmukaisen viljelyn ja panoskäytön vuoksi. Osa peltoalasta ohjataan laajaperäiseen luonnon monimuotoisuutta lisäävään käyttötapaan. Monipuolisempi viljely edistää maan kasvukuntoa ja luonnon monimuotoisuutta sekä vähentää kemiallisen kasvinsuojelun tarvetta. Samalla päästään typen käytön tarkentamiseen, maatalouden ravintekuormituksen laskuun ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen. Apilanurmiseosten ja valkuaiskasvien käyttöä tuetaan maltillisesti maataloudessa ja kotimaisen rehu- ja ruokakäytön kasvu on pääsyy näiden kasvien viljelyn lisääntymiseen.

Rehualan tarve vähenee noin 100 000 hehtaarin verran, mutta tätä vastaavasti nousee elintarvikekauran, palkoviljojen ja leipäviljan tarvitsema peltoala kotimaisen kysynnän ja viennin kasvaessa. Täysjyväviljan kysyntä kasvaa kotimaassa osana aiempaa terveellisempää ja kestävämpää ruokavaliota. Kaurapohjaisten elintarvikkeiden kysyntä kasvaa merkittävästi sekä kotimaassa että vientimarkkinoilla. Vaikka kauran rehukäyttö vähenee 10–20 %, kauran viljelyala nousee elintarvikekysynnän kasvaessa vuoden 2020 350 000 hehtaarin tasolta noin 550 000 hehtaariin vuoteen 2035 ja edelleen lähes 570 000 hehtaariin vuoteen 2050. Yhdessä 7 prosentin satotason nousun kanssa tämä tarkoittaa kauran viennin merkittävää kasvua. Ohran viljelyala vähenee runsaat 10 % vuoteen 2035, mutta satotason nousun ansiosta tuotantomäärä säilyy lähes ennallaan. Syys- ja kevätvehnän tuotantomäärät kasvavat vähän vuoteen 2035 mennessä satotason noustessa. Vehnän ja ohran vienti jatkuu ja kasvaa 10–20 % vuoteen 2035 mennessä.

Kaikkiaan nämä muutokset tarkoittavat sitä, että viljojen viljelyalat nousevat vajaa 10 % (100 000 ha 2020–2035), eli 1 170 000 hehtaariin viljantuotannon ennestään heikon kannattavuuden vähitellen parantuessa. Vilja-alan ja viljojen tuotantomäärien kasvu jatkuu vuoden 2035 jälkeen kaikkien viljojen osalta. Kaikkien viljojen viljelyala yhteensä nousee 1 300 000 hehtaariin vuoteen 2050. Vilja-alan kasvu yhteensä 2020–2050 on runsaat 200 000 ha ja tämä ala siirtyy viljalle osin nurmi- ja kesantoalasta ja pienin osin muilta kasveilta satotasojen noustessa siten peltoalan tarpeen vähentyessä. Rehunurmien ala vähenee vuoden 2020 vajaasta 800 000 ha tasolta noin 600 000 hehtaariin jo vuoteen 2035 ja 550 000 hehtaariin vuoteen 2050. Kesantonurmien ala vähenee runsaan 200 000 hehtaarin tasolta vajaaseen 120 000 hehtaariin 2020–2035. Rehunurmista noin 40 % on vuoden 2035 jälkeen korkean lannoitustason heinävaltaisia nurmia. Matalan lannoitustason apilanurmiseosten ala nousee samalle tasolle. Tähän myötävaikuttaa apilanurmiseosten, kuten muidenkin nurmien, satotason kasvu noin 12 % 2020–2050, sekä teollisten epäorgaanisten lannoitteiden kallistuminen ja pieneltä osin tuki apilanurmille (60 eur/ha vuodessa). Vajaa 20 % nurmista jää laajaperäisesti viljeltäviksi matalan lannoitus- ja satotason nurmiksi. Merkittävä osa näistä on apilaa sisältäviä viherlannoitusnurmia, mikä vähentää

lannoitustarvetta seuraaville viljelykasveille viljelykierron. Kesannoista osa on saneeraus- kasveilla peltojen kasvukunnon parantamiseksi. Viherlannoitusnurmien, kerääjäkasvit ja eri- laiset saneerauskasvit tulevat laajasti osaksi viljelykiertoa.

Taulukko 2. Yhteenvetoa maa- ja elintarviketalouden kehityksestä. Lähde: Laskelmat perustuen Luken DREMFA-sektorimallin tuloksiin (maaliskuu 2021). Kasvavalle puutarhataloudelle ja kalataloudelle ei ole saatavissa kvantitatiivisia arvioita, mutta niiden kasvavalla tuotannolla voi olla merkittävä vaikutus elin- tarvikealan kokonaistuloihin, jota ei ole tässä huomioitu.

	2019/2020	2035	2050
Maidontuotanto (milj. litraa, meijeriin)	2 262	2 059 (-9 %)	2 000 (-12 %)
Yli 100 lehmän tilojen osuus lypsylehmistä	35 %	71 %	91 %
Lypsylehmien keskituotos (kg/eläin/vuosi)	8 800	10 200	11 500
Naudanlihantuotanto (Mkg)	87	73 (-16 %)	69 (-20 %)
Sianlihantuotanto (Mkg)	176	175 (-0 %)	172 (-2 %)
Siipikarjanlihantuotanto (Mkg)	139	151 (+9 %)	152 (+9 %)
Kananmunantuotanto (Mkg)	76	76	76
Viljan viljelyala (1 000 ha)	1 090	1 170	1 300
Rehunurmien ala (1 000 ha)	780	600	550
Kesantonurmien ala (1000 ha)	210	250	110
Muu nurmiala (1 000 ha) – yli 5-vuotiaat nurmet, nurmet biokaasuksi ym.	30	50	100
Muiden kasvien ala (1 000 ha)	180	220	220
Viljelykäytössä yhteensä (1 000 ha)	2 190	2 190	2 190
Turvemaakosteikot (1 000 ha)	0	20	50
Maatalouden kokonaistuotto, 2020=1	1	1,0	1,05
Maatalouden kustannukset, 2019=1	1	0,98	1,02
Maataloustulo (ns. perusmaalous, pois lukien puutarha- ja kalatalous), 2019=1	1	1,08	1,19
Puutarhatuotanto	++	+++	+++
Kalatalous	+	++	+++

Palkokasvien, kuten herneen ja härkäpavun, sadot nousevat noin kolmanneksen satoisampien lajikkeiden ja niiden tarkan viljelyn ansiosta. Myös öljykasvien satoisuus kasvaa vähitellen noin 30 % 2020–2035. Nämä satoisuuksien nousut ovat tarpeellisia, jotta valkuais- ja öljykasvien tuotanto voisi tulla kannattavaksi ja kilpailukykyiseksi suhteessa tuontiin. Palkokasvien kysyntä kasvaa kotimaassa etenkin rehuksi ja myös ihmisravinnoksi. Palkokasvien viljelyala lisääntyy yli 40 000 hehtaarin verran ja saavuttaa noin 90 000 hehtaarin tason. Öljykasvien ala kasvaa noin 80 000 hehtaarin tasolle.

Käytössä oleva peltoala säilyy likimain ennallaan. Viljelykierrot monipuolistuvat edellä mainittujen pellonkäyttömuutosten seurauksena. Näin tapahtuu, vaikka viljojen viljely-ala kasvaa, koska peltolohkokohtaiseen viljelykiertoon ja maan kasvukuntoon kiinnitetään entistä enemmän huomiota. Nautakarjan rehuksi tarvittavan nurmialan väheneminen korvautuu osin biokaasuksi tuotettavan nurmialan ja kesantoalan kasvuilla vuoteen 2035, josta osa on tavoitteellista luonnon monimuotoisuutta edistävää kesantoa, mm. luonnonhoitopeltoa, viherlannoitusnurmea ja erilaisten saneerauskasvien viljelyä. Näillä muutoksilla sekä parantuvalla satoisuudella ja juurimassalla on edullisia vaikutuksia peltomaiden orgaanisen aineksen määrään.

Huonotuottoisille turvemaille perustetaan kosteikoita kasvihuonekaasupäästöjen tehokkaaksi vähentämiseksi yli 20 000 ha pinta-alalle vuoteen 2035 mennessä ja 50 000 ha alalle vuoteen 2050 mennessä. Tällä sekä kivennäismaiden hiilensidonnalla monipuolisemman viljelyn myötä saavutetaan merkittävää kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä. Niiden arvioimisessa on kuitenkin epävarmuuksia (Lehtonen ym. 2021)

Maatalouden, eli niin sanotun perusmaatalouden, johon luetaan kotieläintalous ja peltokasvituotanto puutarhataloutta ja poronhoitoa lukuun ottamatta, tuottajahintainen tulo kasvaa hitaasti kannattavuuden vähitellen parantuessa alhaiselta lähtötasoltaan. Voimakas kotieläintalouden rakennekehitys, maatilojen kokonaistuottavuuden paraneminen, ml. kasvien satotasojen nousu ja markkinoiden mahdollisuuksien hyödyntäminen, johtavat noin 8 % maataloustulon nousuun vuoteen 2035. Koska samaan aikaan maatilojen lukumäärä vähenee noin neljänneksellä maatalouden rakennekehityksen jatkuessa melko voimakkaana, maataloustulo tilaa kohti kasvaa noin kolmanneksella. Tämä on merkittävä käänne verrattuna kahteen tai kolmeen edelliseen vuosikymmeneen, jolloin maatalouden kokonaistulo on heikentynyt, samoin kuin maatalouden kannattavuus maataloustuotteiden reaalihintojen heikennyttyä Euroopan laajuisesti ja globaalisti. Tähän on vaikuttanut tuottajien heikko asema arvoketjuissa ja maatalouden tuotantopanosten voimakas kallistuminen globaalisti 2000-luvulla. Tämän asetelman kääntäminen maatalouden kokonaistulolla mitattuna ei onnistu helposti, vaan vaatii edellä mainittuja toimia ja kehitystä maatilojen tuottavuudessa, liikkeenjohdossa sekä mahdollisuuksien hyödyntämistä myös elintarviketeollisuudessa ja kaupassa.

Tuottajahintaisen tuotannon arvon kasvu tuskin kuitenkaan toteutuu, ellei maataloustuottajien suhteellinen asema arvoketjuissa vahvistu. Mahdollisuudet tähän kuitenkin paranevat, jos maataloustuottajien voidaan todeta todennetusti täyttävän yhä paremmin erilaiset kuluttajien arvostamat ja julkisten hankintojen edellyttämät kestävyyskriteerit.

Siltä osin kuin kotimainen kasviproteiinituotanto ihmisravinnoksi lisääntyy ja korvaa kotieläintuotteita, arvonlisää siirtyy maataloustuottajilta jalostajille päin. Tällöin maataloustuottajien tulot alenevat tältä osin, eli kotieläintuotannossa arvoa muodostuu tuotannon vähenemisen vuoksi aiempaa vähemmän tuloja maataloustuottajille, ja tämä ei korvaudu kuin osittain kasvivalkuaisen tuotannon lisäyksellä. Valkuaiskasvien viennin kasvattaminen on epätodennäköistä siksi, että nimenomaan valkuaiskasvituotannossa Suomen lyhyt ja olosuhteiltaan vaihteleva kasvukausi ja tästä johtuva satojen määrän ja laadun suuri vaihtelu on merkittävä kilpailukykyhaitta. Tästä syystä valkuaiskasvien satoisuuteen ja viljelyvarmuuteen osana sopivaa viljelykiertoa on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Kannattavuuden vähitellen parantuessa maatilakohtaisen tulon nousu jatkuu 2035 jälkeen, koska tuottavuuskasvun myötä maatilojen lukumäärä vähenee alle puoleen vuoteen 2050. Kotieläintilojen lukumäärä vähenee alle puoleen 2019 tilanteesta jo vuoteen 2035 mennessä. Maataloustulon kokonaismäärä perusmaataloudessa kasvaa vuoteen 2050 mennessä jopa 19 %, jos maatalouden tuottavuuden kasvu ja rakennekehitys jatkuvat ja markkinoiden mahdollisuudet hyödynnetään niin, että myös maataloustuotteiden ja elintarvikkeiden vienti kasvaa sekä arvolla että määrällä mitattuna. Maataloustulon merkittävään noin 19 % kasvuun 2019–2050 myötävaikuttaa olennaisesti myös se, että hitaasti vähenevä kotieläintuotanto on aiempaa kannattavampaa ja tuottavampaa, ja se voi hyötyä suoraan ja välillisesti monin eri tavoin hiilensidonnasta kivennäismailla, uusiutuvasta energiasta (biokaasu, tuulivoima, nopeakiertoinen energiapuu) ja tehostetusta ravinnekierrosta energian ja lannoitteiden maailmanmarkkinahintojen noustessa.

Vaikka kotieläintuotannon tuet lievästi vähenevät, bioenergia- ja ravinnekiertoinvestointeihin sekä palkokasveille, saneerauskasveille, viherlannoitusnurmille, biokaasunurmille sekä luonnon monimuotoisuutta edistäviin toimiin suunnataan merkittävässä määrin sekä yksityistä että julkisen vallan rahoitusta. Vaikka proteiinipitoisten kasvien arvonlisä jää suurimmaksi osaksi elintarvikejalostajille ja kaupalle, se antaa uusia mahdollisuuksia osalle viljelijöistä. Viljelykiertojen ja esikasviarvojen tavoitteellinen ja laajamittainen hyödyntäminen tuo kustannussäästöjä. Samoin huonotuottoisten turvemaiden vettäminen kosteikoiksi tuo säästöjä pidemmän päälle, kun niitä ei enää viljellä heikon sadon saamiseksi, vaan päästövähennyksiin kannustetaan erilaisin palkkioin.

Keskimäärin tulot tilaa kohden nousevat hitaasti ja vähitellen mutta vuoteen 2035 ja 2050 mennessä jo tuntuvasti. Ansiomahdollisuudet uusiutuvaan energiaan ja tuotettuihin päästövähennyksiin (turvemaiden toimet, hiilensidonta kivennäismailla) liittyen johtavat myös

osaltaan suoraan ja välillisesti tulojen kasvuun. Ensisijassa vastataan edelleen kotimaiseen ruuan kysyntään. Maataloustuotteiden tuotannossa ollaan yhtä paljon tai enemmän omavaraista maataloustuotteissa kuin ennen. Näin käy esimerkiksi siltä osin, että maidontuotanto vähenee kotimaista kulutusta vähemmän, eli vienti lievästi kasvaa. Samalla kasvintuotanto monipuolistuu proteiinipitoisten kasvien viljelyn lisääntyessä rehuksi ja ihmisravinnoksi. Maatalouden tuottama lisäarvo päästövähennysten, uusiutuvan energian ja monimuotoisemman viljelyn sekä ravinteiden tehokkaan hyödyntämisen muodossa katsotaan myös merkittäviksi ja arvostetuiksi yhteiskunnallisiksi hyödyiksi. Ruokaturvan ja elintarviketurvallisuuden ylläpitäminen edellyttää kaiken aikaa panostuksia maatalouden rakennemuutokseen, tuottavuuteen, osaamiseen ja kotimaisen ruokaketjun kilpailukykyyn.

Peltoalan kasvukunnosta ja maatilojen riskinkantokyvystä on entistä tärkeämpää huolehtia. Sään ääri-ilmiöt ja markkinoiden ja hintojen vaihtelut eivät suurella todennäköisyydellä ole vähenemässä vaan voimistumassa. Samalla, kun ruuan globaali kysyntä kasvaa erityisesti proteiinia runsaasti sisältävien tuotteiden osalta, globaalin ja eurooppalaisen ruokaturvan haasteet kasvavat ilmastonmuutoksen ja erilaisten sosio-ekonomisten epävakauksien vuoksi.

Haasteena on se, kuinka erilaisilla kannustimilla ja kehitystoimilla onnistutaan ohjaamaan maataloutta erilaisten tavoitteiden saavuttamiseen. Julkisen vallan ohella myös markkinoiden toimijoilla on merkittävä rooli hyvien ja kestävien käytäntöjen yleistymisessä. Esimerkiksi elintarvikejalostajat suosivat hankinnoissaan kuluttajien arvostamien kestävyyskriteerien täyttäviä maataloustuotteiden tuottajia.

Puutarhatalous on Suomessa keskittynyt pitkälti kasvihuonetuotantoon arvonlisällä mitattuna. Kasvihuoneissa kasvatetaan suhteellisen nopeakasvuisia kasveja, jolloin saavutetaan riittävä vuotuinen liikevaihto pinta-alayksikköä kohden ja siten katetta tehdyille investoinneille. Avomaantuotannolla on tärkeä merkitys erityisesti vihannesviljelyssä ja hedelmäpuutuotannossa, jotka kilpailevat tuontituotteiden kanssa. Ilmaston lämpeneminen tuo puutarhatuotannolle sekä mahdollisuuksia että haasteita, joista yksi on vahvasti käynnissä ollut bioenergiaan siirtyminen. Monimuotoisen kasvihuonetuotannon ja avomaan puutarhatuotannon rinnalle on tulossa erilaisia kaupunkiviljelmiä ja uusiin teknologiaratkaisuihin perustuvaa tuotantoa, joilla voi olla vahva paikallinen merkitys erilaisten erikoiskasvien tuotannossa vastattaessa muuttuvaan kysyntään. Avomaalle Suomen olosuhteisiin kehitetyille herne- ja papulajikkeille, jotka sopivat paremmin Suomen olosuhteisiin, valoisuuteen ja lämpenevään ilmastoon, on kasvava tarve.

4.2.1.2 Kalatalouden nousu

Kotimainen kalatalous eri muodoissaan osana kotimaista ruuantuotantoa kasvaa merkittävästi niin, että suurin osa kalan kulutuksen kasvusta tyydytetään kotimaisella tuotannolla.

Tämä antaa merkittäviä taloudellisia mahdollisuuksia kotimaiselle kalataloudelle ja elintarvikejalostukselle. Kalatalouden mahdollisuudet korvata kotieläintuotteita osana terveellistä ruokavaliota Suomessa, Euroopassa ja muualla vientimaissa ovat mittavat. Jotta Suomessa kyetään korvaamaan osa tuontikalasta kotimaisilla vaihtoehdoilla, tarvitaan merkittävässä määrin investointeja kiertotalouden periaatteilla toimiviin kalankasvattamoihin, tuotekehitykseen ja markkinointiin. Kala on kansanterveyden sekä ympäristön- ja ilmastomuutoksen torjunnan kannalta suositeltavaa ruokaa, minkä vuoksi kalan kysyntä kasvaa ja yhteiskunta panostaa erityisesti kotimaisen kalan tuotannon edistämiseen 2020-luvulla. Kalan tarjonta ja kysyntä lisääntyvät monipuolisesti kotimaassa. Kalan jalostusaste nousee ja tuotteistot monipuolistuvat. Kansallisen edistämishojelman toimilla viennin arvo halutaan moninkertaistaa. Tärkeimpinä vientituotteina ovat tulevaisuudessa lohi-, kirjolohi- ja silakkajalosteet.

Terveellinen ja laadultaan korkeatasoinen vesiviljelytuotanto on tärkeä osa suomalaista tulevaisuuden ruokaketjua ja ruokaturvaa. Vesiviljelyn on kehittyäkseen pystyttävä jatkosakin yhteensovittamaan elinkeino- ja ympäristöpoliittisia tavoitteita. Nykyisen hallitusohjelman tuki kalataloudelle edistämishojelman kautta rakentaa kalatalouden kasvua 2020-luvulla. Edistämishojelman tavoitteena on toimialan kestävä kasvu ja uudistuminen siten, että vuonna 2035 suomalaiset söisivät ravitsemussuosituksen mukaisesti viikossa keskimäärin 2,5 annosta kalaa nykyisen 1,7 annoksen sijaan. Kalan ilmastovaikutus on keskimäärin noin kolmannes lihan ilmastovaikutuksesta. Yhden kala-annoksen lisäys pienentäisi ruokavalion hiilijalanjälkeä keskimäärin noin 5–6 %. Kalan syönnin lisäämisellä on myös hyvin merkittäviä terveyshyötyjä. Kalansyönti vähentää nykyisin noin 96 000 haittapainotettua elinvuotta ja laskennallinen terveyshyöty on noin 2–5 miljardia euroa. Tavoitteena on, että kalan kulutuksen kasvu perustuu pääosin kotimaiseen kalaan.

Suomella on laajat meri- ja sisävesialueet sekä kalavarat, joiden hyödyntämistä voidaan kestäväällä tavalla lisätä omavaraisuuden parantamiseksi. Kalastus poistaa myös veteen joutuneita ravinteita. Vuonna 2017 kalastus poisti Suomen vesistöistä yli 800 tonnia fosforia ja yli 4 500 tonnia typpeä. Silakka on Suomen suurin kalavaranto, josta kuitenkin pääosa käytetään rehujen raaka-aineena. Vuonna 2016 Suomeen perustettiin ensimmäinen kalajauhotehdas, joka mahdollisti silakan hyödyntämisen Itämeren ravinteita kierrättävän kotimaisen kalarehun valmistuksen ja silakan hyödyntämisen kotimaisen kirjolohen arvoketjussa. Tämä huomioidenkin suurin osa silakasta käytetään edelleen turkiseläinten rehuna tai viedään jalostamattomana ulkomaille rehun, kalajauhon tai elintarviketeollisuuden raaka-aineeksi. Edistämishojelman tavoitteena on lisätä silakan arvoa ja elintarvikekäyttöä kotimaassa. Silakan elintarvikekäyttö halutaan viisinkertaistaa ja muun kotimaisen luonnonkalan elintarvikekäyttö kaksinkertaistaa vuoteen 2035 mennessä. Erityisesti alihyödynettyjen lajien, kuten kilohailin, kuoreen, särkikalojen ja pienen muikun ja ahvenen hyödykäyttöä halutaan lisätä. Monien arvokkaampien suomukalojen pyyntiä voidaan vielä kestävästi lisätä erityisesti, jos tärkeitä pyyntialueita ja pyydyksiä voidaan jatkossa entistä

paremmin suojata hylkeiltä ja merimetsoilta. Silakan ja vajaasti hyödynnettyjen kalojen käyttöä lisäarvotuotteiden valmistukseen tutkitaan parhaillaan, mikä avaa mahdollisuuksia käyttää niitä tulevaisuudessa muun muassa ravinnelisien, kosmetiikan ja lääkkeen-omaisten tuotteiden raaka-aineena.

Kotimaista kasvatetun kalan tuotantoa pyritään kolminkertaistamaan siten, että kasvu ei vaaranna vesiympäristön hyvän tilan saavuttamista tai ylläpitämistä. Vesiviljelytuotannon kasvu edellyttää uuden teknologian ja uusien tuotantoalueiden hyödyntämistä. Kasvun ennakoitua tapahtuvan kiertovesikasvatusteknologiaan tai avomerikasvatukseen perustuen. Kiertovesikasvatuksessa ravinnekkuormitusta voidaan vedenpuhdistusteknologian avulla vähentää tehokkaasti. Avomerikasvatuksessa kuormitus ohjautuisi alueille, joissa on erittäin hyvät laimentumisolosuhteet ja kalojen ruokinta perustuisi Itämeren kalasta valmistettuihin rehuihin. Näin avomerituotannossa kierrätettäisiin meressä jo olevia ravinteita ja toiminnan pistevaikutuksia ei ole nykyisen mittausteknologian havaintotarkkuuden puitteissa havaittavissa edes tuotantopisteissä. Lisääntyvä kuormitus olisi merialueella käytännössä hajakuormitusta, joka perustuisi meressä jo olevien ravinteiden kierrättämiseen. Vesiviljelytoiminta vaatii aina ympäristöluvan. Ympäristöluvan hakemisprosessissa varmistetaan tapauskohtaisesti, ettei toiminta vaaranna vesien hyvän tilan tavoitteiden saavuttamista ja ylläpitämistä sekä että vesiensuojelumääräyksiä noudatetaan.

Reunaehdot kalatalouden kasvulle:

- Ympäristöpolitiikka ja ilmastomuutospolitiikka vahvistuvat, jolla on vaikutusta kalankasvatuksen säätelyyn, kalastusta haittaavien lajien hallintaan ja kalakantojen suojeluun
- Ympäristörajoitteiden vuoksi uudistuvien tuotantomenetelmien tuotantokustannukset ovat perinteistä kasvatustapaa korkeammat.
- Elinkeino- ja ruokapolitiikkaa laajennetaan kattamaan kala, kalan omavaraisuuden ja huoltovarmuuden merkitys kasvaa Suomessa
- Lohen maailmanmarkkinahinta määrittää kotimaassa kasvatetun ja kalastetun kalan hintatasoa. Globaalisti korkea hintataso vähentää lohen ja lisää kotimaisten vaihtoehtojen kysyntää. Lohen matala hintataso puolestaan lisää lohen kysyntää, mutta aiheuttaa vaikeuksia suomalaisten kalankasvattajien kannattavuudelle. Yleisesti lohen maailmanmarkkinahinnan ennakoituaan pysyvän normaalioloissa lähivuodet korkealla tasolla.

4.2.1.3 Elintarviketeollisuuden viennin kehitys

Perinteisesti vahvoissa vientituotteissa, kuten lihassa ja maitotaloustuotteissa, kyetään löytämään maailman vaurastuvista maista hyviä ja maksukykyisiä asiakkaita. Tämä vaatii merkittäviä panostuksia markkinointiin, yhteistyösuhteisiin ja tuotevalikoiman uusimiseen ja

hallintaan. Maitotaloustuotteiden viennin arvoa on panostusten onnistuessa mahdollista kasvattaa yli 10 %, vaikka maidontuotannon kokonaismäärä laskee 12 % vuoteen 2050. Tämä voi onnistua esimerkiksi juustoissa, joissa vientihintojen nousu kilpailijamaiden tasolle lisäisi jo merkittävästi viennin arvoa. Myös muiden maitotaloustuotteiden viennissä saavutetaan kasvua samalla, kun kotimainen kulutus hitaasti alenee, noin 15 % vuoteen 2035 mennessä. Viennin arvon kasvattaminen vaatii kuitenkin onnistumisia monella rintamalla. Tarvitaan esimerkiksi riittävää jalostuskapasiteettia ja tuotannossa joustavuutta vientimarkkinoiden kysynnän ja tuotevalikoiman vaihtelun vuoksi.

Vastaavanlaista kehitystä voidaan saavuttaa lihatuotteiden ja lihan viennissä. Jatkossa paitsi sianlihan, myös siipikarjanlihan vienti ja sen arvo kasvaa. Tätä edistävät kotimaisen tuotannon vahvuudet sekä tuotteiden laadun, tuotantotapojen kestävyiden ja niiden luotettavan todentamisen sekä maineen ansiosta.

Suurin muutos tapahtuu viljan ja viljatuotteiden viennissä. Entisen rehuviljapainotteisen viennin sijaan erityisesti korkealaatuisen kauran ja moninaisten kauratuotteiden vienti kasvaa voimakkaasti Euroopan ja muun maailman kasvavan kysynnän ansiosta. Vientiä ja sen arvon kasvua edistävät terveellisen ruokavalion kasvava arvostus vaurastuvissa ja ennestään vauraissa maissa, sekä puhtauden ja hyvien tuoteominaisuuksien arvostus. Viljan viennin arvon kasvu yli 4-kertaiseksi vaatii kuitenkin merkittävää panostusta ja onnistumista kuluttaja- ja välituotemarkkinoilla, koska määrällisesti kasvava kauran vienti ei vielä yksinään tuo suurta arvonlisäystä. Onnistuminen kuluttajatuotteissa, joilla tulee olemaan viennissä tärkeä sija, vaatii merkittävästi resursseja tuotekehitykseen, kuluttajaviestintään, jakelukanaviin ja onnistuneisiin kumppanuuksiin eri puolilla maailmaan. Tarvittavan hengen pääoman kasvattaminen vie aikaa ja markkinoilla tulee myös takaiskuja. Raaka-ainepohja kyllä riittää erityisesti kauran ja kauratuotteiden viennissä, koska kasvinjalostus tuo lisää satoisuutta ja peltoalaa riittää tuotantoon kotieläintuotannon ja sen rehuntarpeen hitaasti vähentyessä.

Marjojen, hedelmien ja vihannesten tuoteryhmässä kasvaa erityisesti marjojen viennin arvo, koska niistä saatavat korkean arvonlisän tuotteet saavuttavat vähitellen suosiota luomustatuksen ja kasvavan terveystietoisuuden myötä. Viennin arvo nousee noin kaksinkertaiseksi vuoteen 2035.

Kalan ja kalatuotteiden viennin arvo kasvaa yli 7-kertaiseksi vuoteen 2035. Näin tapahtuu viennin kasvaessa melko alhaiselta lähtötasoltaan. Aiemman maahan tuodun kalan kauttakulun sijaan sekä tuontikalasta että kotimaisesta kalasta luodaan lukuisia erilaisia asiakas- ja kuluttajatuotteita. Kotimainen kalantuotanto täyttää tiukimmatkin kestävyyskriteerit ja sitä kautta myös jalosteiden ja kuluttajatuotteiden viennissä asetelma kääntyy vähitellen suomalaisen kalatalouden eduksi vahvan markkinoinnin edistämänä. Kotimaisen kalan tuotannon merkittävä ja nopea kasvattaminen jo 2020-luvulla edellyttää kuitenkin

merkittäviä pääomainvestointeja erilaisiin kalankasvatustiloihin ja elintarvikejalostukseen ja markkinointiin. Avainasemassa ovat jakelukanavat ja logistiikka, joissa Suomella on etuja Aasian suuntautuvassa liikenteessä muuhun Eurooppaan verrattuna. Kotimaiset kuluttajat syövät myös entistä enemmän kotimaista kalaa, joten kotimaisella kalantuotannolla ja niiden jalostuksella kuluttajatuotteiksi on haaste vastata kasvavaan kysyntään, jota edistää maailmanlaajuinen terveystietoisuus ja todennettu kestävä tuotantotapa.

Edellä mainittujen lisäksi on muutakin rahallisesti merkittävää elintarvikeviennin moninaisessa tuoteryhmässä ”muut”. Sen tuotannon arvon ja viennin kehityksen arviointi on vaikeaa, mutta edellä mainittuun tiedostavaan ja terveelliseen kuluttamiseen sekä kestävään tuotantotapaan liittyvät arvostukset eri puolilla maailmaa antavat mahdollisuuksia erilaisille menestyville vientituotteille, joita ei vielä osata ennakoida.

Kaikkiaan elintarviketeollisuuden vuotuiset investoinnit nousevat lähtötilanteen 400 miljoonan euron tasolta 2020-luvulla pysyvästi noin 500 miljoonan euron tasolle. Tähän eivät sisälly kalankasvatuksen investoinnit.

Edellä mainitut mahdollisuudet ja kehityskulut edellyttävät voimakasta tuote- ja teknologiakehitystä sekä liiketoimintaosaamista. Osaajien puute nousee ongelmaksi ja koulutukseen tarvitaan panostuksia. Esitetty kehitys edellyttää myös sitä, että elintarvikealan arvostus nousee kautta linjan alkutuotannosta jalostukseen, tuotekehitykseen, markkinointiin, ja ravitsemuspalveluihin. Tarvitaan pitkäjänteistä panostusta koulutukseen ja tutkimukseen, liiketoimintaosaamiseen sekä markkinointiin kuluttajarajapinta mukaan lukien.

Alla (Taulukko 3) on esitetty yhteenveto oletuksista liittyen elintarvikeviennin BioScen-kehityksessä. Arvioita on käytetty biotalouden kansantalousskenaarien lähtötietoina (ks. Luku 4.6).

Taulukko 3. Yhteenveto oletetusta elintarvikeviennin (milj. €) kehityksestä BioScen-kehityspolulla.

milj. €	Liha	Maito- ja meijeri- tuot- teet	Vilja	Erikois- kasvit ja peruna	Hedelmät, marjat, vihannekset	Kala- tuot- teet	Muut	Yht.
Viennin kasvu 2020–2035	16	18	260	1	15	297	41	647
Viennin kasvu 2020–2050	26	28	360	1	35	297	41	787

4.2.2 Synteettinen biologia

Merja Penttilä & Tiina Koljonen, VTT

Synteettinen biologia mahdollistaa periaatteessa minkä tahansa DNA-koodin siirtämisen käyttämäämme tuotanto-organismiin ja tehokkaiden solutehtaiden rakentamisen teollista tuotantoa varten. Synteettinen biologia mullistaa perinteisen biotekniikan ja se korvaa tulevaisuudessa monia nykyisiä tuotantomenetelmiä. Voimme hyödyntää elävien solujen kyvykkyyttä valmistaa geenien ohjaamana mitä monimutkaisempia kemiallisia yhdisteitä, älykkäitä materiaalirakenteita tai biologisia sensoreita. Solumaatalouden avulla voidaan ruoantuotantoa irrottaa pelto- ja eläinperäisestä tuotannosta. Globaalisti synteettinen biologia on isossa kasvussa ja investoinnit synteettiseen biologiaan kasvoivat 8 miljardiin US\$ vuonna 2020⁴. Suomessa Business Finlandin rahoittamassa Growth Engine -ekosysteemi-hankkeessa tavoitellaan miljardin kasvua 10 vuodessa.

Suomessa on jo merkittävää tutkimus- ja kehitystyötä kalaproteiinien sekä mikrobipohjaisten proteiinilähteiden hyödyntämiseksi elintarviketeollisuudessa. Esimerkkeinä mainittakoon VTT:llä kehitystyön alla olevat sovellukset maitoproteiinin ja kananmunan valkuaisen valmistuksessa synteettisesti bioreaktoreissa. Solumaatalouden avulla voidaan toisaalta korvata myös materiaaleja, kuten nahkaa, silkitoukan kutomaa silkkiä, tuottaa vitamiineja tai biohajoavaa biomuovia.

Synteettisen biologian tuotteilla oletettiin BioScen-kehityspolun skenaariotarkasteluissa korvattavan lähinnä ruoan tuontia tai toisaalta lisäävän jopa ruoan vientiä. Työpajan osallistujat näkivät synteettisen biologian tuotteille kasvavan roolin Suomen biotaloudessa (ks. luvut 3.2 ja 5.1.2). Solumaataloudella oletettiin kuitenkin olevan varsin vähäiset vaikutukset peltoalaan Suomessa, joten se ei vaikuttanut BioScen-oletuksiin maataloudessa ja elintarviketeollisuudessa. Vientiarvio sisällytettiin ”muut” koriin (ks. Taulukko 3), joka sisältää merkittävää epävarmuutta liittyen erilaisiin uusiin biotalouden tuotteisiin elintarvikesektorilla.

4 <https://synbiobeta.com/synthetic-biology-investment-set-a-nearly-8-billion-record-in-2020-what-does-this-mean-for-2021/>

4.3 Metsäteollisuuden kehitys

Jari Viitanen, Antti Mutanen & Mikko Kurttila, Luke

Ali Harlin, Antti Arasto & Tiina Koljonen, VTT

4.3.1 Sellu, paperi, kartonki

Metsäteollisuuden tuotantoskenaario perustuu käynnissä olevan Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan vaikutukset (HIISI) -hankkeen perusuraan eli WEM-skenaarioon. HIISI-hankkeen WEM-skenaariossa metsäteollisuustuotteiden tuotantomäärät pohjautuvat puolestaan Metsäteollisuus ry:n ilmastotiekarttaan, Sahateollisuus ry:n hiilitiekarttaan sekä Pöyryn vuonna 2016 laatimaan selvitykseen Suomen metsäteollisuuden kehityksestä 2015–2035 (Metsäteollisuus ry 2020, Sahateollisuus ry 2020, Pöyry 2016). HIISI-hankkeen WEM-skenaariossa metsäteollisuustuotteiden tuotantojen kehityskulkuja on kuitenkin erityisesti massa- ja paperiteollisuudessa kalibroitu viimeaikaisten ilmoitettujen tuotantolaitosten sulkemisten sekä varmistuneiden investointipäätösten mukaisesti. Raakapuun tuonnin osalta oletetaan, että tuonti metsäteollisuuden käyttöön säilyy samalla tasolla kuin vuosina 2016–2019 keskimäärin, kun taas energiantuotantoon päätyvän hakkeen tuonti kasvaa. Metsäteollisuuden biotalousskenaarioon on lisäksi tuotu elementtejä Koljonen ym. (2020) raportin Säästö-skenaariosta siten, että suhteessa HIISI-hankkeen WEM-skenaarioon biotalousskenaariossa korkeamman arvonlisän tuotteiden tuotanto kasvaa: biotalousskenaariossa markkinamassaa jatkojalostetaan Suomessa tekstiilikuiduksi ja puutuoteteollisuudessa insinööri tuotteiden, kuten ristiinliimattujen puulevyjen (CLT), tuotantomäärät nousevat.

Biotalouskenaariossa paino- ja kirjoituspaperin heikkenevä maailmanmarkkinakysyntä johtaa tuotannon supistumiseen edelleen Suomessa. Vaikka erikois- ja pehmopapereiden tuotantomäärät hieman nousevat, kokonaisuutena paperin tuotanto alenee skenaariossa nykytasolta lähes kolmanneksen vuoteen 2050 mennessä. Pakkausmateriaalien kysyntä on viime vuosina kasvanut nopeasti ja kysynnän ennakoidaan jatkuvan tulevaisuudessa netti-kaupan sekä elintarvikesektorin tarpeiden mukaisesti (Viitanen ym. 2020). Skenaariolaske- missa tämä on huomioitu kartonkikapasiteetin ja -tuotannon kasvuina.

Massateollisuudessa kapasiteettia kasvattaa erityisesti Kemin biotuotetehdas, joka lisää sellun tuotantoa merkittävästi vuoden 2023 jälkeen. Metsien kasvu Suomessa mahdollistaa suurimman ylläpidettävissä olevan aines- ja energiapuun hakkuukertymän kasvattamisen tulevien vuosikymmenten aikana. Skenaariolaskelmassa Pohjois-Suomeen oletetaan rakennettavan uutta kapasiteettia, joka edelleen lisää havusellun tuotantoa vuoteen 2035 mennessä, vaikka myös vanhentunutta kapasiteettia suljetaan (Veitsiluoto). Tämän jälkeen sellun kokonaistuotanto ei enää kasva. Paperintuotannon supistumisen vuoksi mekaanisen massan valmistus vähenee sekä sellun käyttö paperin valmistukseen Suomessa pienenee. Biotalous-skenaariossa markkinamassaa kuitenkin jalostetaan kasvavia määriä tekstiilikuiduiksi.

Sahatavaran tuotanto-odotusten oletetaan nousevan Sahateollisuus ry:n hiilitiekartan mukaisesti maltillisesti nykyisestä vajaasta 11 miljoonasta kuutiometristä vuoden 2050 vajaaseen 13 miljoonaan kuutiometriin. Entistä suuremman osan sahatavaran kokonais-tuotannosta arvioidaan suuntautuvan kotimaassa jatkojalostukseen, kuten CLT:n ja liima-palkkien valmistukseen. Vanerin ja muiden levytuotteiden tuotannon lisäys arvioidaan maltilliseksi. Materiaalitehokkuuden arvioidaan biotalousskenaariossa kasvavan HIISI-hankkeen WEM-skenaarion mukaisesti myös maltillisesti: puutuoteteollisuudessa tehokkuus paranee prosentin ja massa- ja paperiteollisuudessa kaksi prosenttia aina 15 vuoden välein.

Kiinteiden puupolttoaineiden käytön oletetaan skenaariossa kasvavan 2020-luvulla. Turpeen käytön merkittävä väheneminen ja kivihiilen käytön kieltäminen vuonna 2029 lisäävät puupolttoaineiden tarvetta energiantuotannossa. Vuosikymmenen päästä muiden energiantuotantomuotojen, kuten geotermisen energian ja tuulivoimaloiden, kehittyminen sekä rakennusten lämmöneristävyyden paraneminen supistavat hieman kiinteiden puupolttoaineiden tarvetta.

Taulukko 4. Metsäteollisuuden tuotantomäärät ja hakkuukertymääräarviot 2020–2050 biotalousskenaariossa BioScen.

	Yksikkö	2020	2030	2040	2050
Paperi	1 000 t	4 500	3 400	3 100	3 000
Kartonki	1 000 t	3 700	4 500	4 900	4 900
Paperi + kartonki	1 000 t	8 200	7 900	8 000	7 900
Markkinasellu	1 000 t	4 300	5 300	5 750	5 750
... josta tekstiilikuitua	1 000 t	0	200	700	700
Sahatavara	1 000 m ³	10 900	11 100	11 350	11 500
Vaneri (sis. LVL)	1 000 m ³	1 000	1 150	1 140	1 140
Levytuotteet	1 000 m ³	140	200	200	200
Jatkojalosteet (CLT, komposiitit yms.)	1 000 m ³	150	500	1 000	1 000
Hakkuukertymäarvio					
Ainespuu	1 000 m ³	56 740	67 500	71 000	71 100
Energjarunkopuu	1 000 m ³	8 480	12 100	11 400	12 600
Yhteensä	1 000 m ³	65 220	79 600	82 400	83 700

4.3.2 Metsäteollisuuden uudet tuotteet

Metsäteollisuuden uusita tuotteita erityisesti Suomen biotalouden näkökulmasta on esitetty erillisessä raportissa Arasto ym. (2021). Edellisessä luvussa kuvattiin jo skenaario-oletuksia liittyen tekstiilikuitujen, pakkausmateriaalien ja puutuoteteollisuuden tuotantomäärien kehityksiin. BioScen-oletusten mukaan metsäteollisuuden tuotannossa siirrytään vähitellen uusiin, korkeamman jalostusasteen tuotteisiin niin kemiallisen kuin mekaanisen metsäteollisuuden piirissä. Sellunvalmistuksessa tämä merkitsee siirtymää uusiin kuitutuotteisiin ja biokemian tuotteiden valmistamista muun muassa nykyisin valtaosin vain energiaksi hyödynnetyistä jäteliemien ligniini- ja hemiselluloosajakeista. Nykyään sellulosaan valmistuksen yhteydessä syntyy noin 4-5 Mt ligniiniä vuodessa, josta tuotetaan energiaa. Tästä noin 1 Mt voisi hyödyntää biomateriaaleihin, joiden arvo voisi nousta Arasto ym. (2021) mukaan jopa 0,5 miljardiin vuodessa. Ligniinin hyödyntämisen lisäksi BioScen-skenaariossa oletetaan, että hemiselluloosaa hyödynnetään biokemikaalien valmistuksessa.

4.4 Luontomatkailun, luonnontuotealan ja luontoon liittyvän palveluliiketoiminnan kehitys

Henna Konu & Liisa Tyrväinen, Luke

Luontomatkailuala ja luonnontuoteala ovat kasvaneet viime vuosina (esim. TEM 2019) ja ennen koronaepidemiaa Suomen matkailutulo ylitti 14 miljardia euroa useamman vuoden ajan⁵. Luontomatkailun ja luonnon virkistyskäytön arvioidaan kattavan vähintään neljäsosan majoitus-, ravitsemus-, ja ohjelmapalveluista Suomessa. Tarkkoja lukuja toimialan volyymista ei kuitenkaan ole, sillä luontomatkailua ei tilastoida erillisenä muusta matkailusta. Tilastokeskuksen arvion mukaan Suomessa työllistyy noin 33 800 henkilöä Suomessa luontomatkailun ja virkistyskäytön alalla, mikä on kymmenen prosenttia koko biotalouden työllistävyyydestä (Tyrväinen ym. 2018). Luontomatkailuyrityksiä, ml. ohjelmapalvelu-, majoitus- ja ravitsemispalvelut, on arvioitu olevan Suomessa noin 5 700 yritystä, kun luokituksen perusteena on matkailuyrityksen toiminnan perustuminen kokonaan tai osittain luontoon (Petäjäistö ja Selby 2014). Luonnonvarakeskuksen vetämän HyvinVoi-koordinaatiohankkeen syksyllä 2020 keräämät tiedot luontoperustaisuutta palveluissaan käyttävistä/GreenCare-palvelutoimijoista osoittavat alustavien tietojen mukaan, että toimialalla olevien yritysten määrä on yli kaksinkertaistunut vuodesta 2008 vuoteen 2018. Näiden alustavien tietojen mukaan (eri lähteisiin pohjautuen: mm. palveluntuottajien sivustot, ELY-keskukset) Suomessa toimi vuonna 2019 812 alan yritystä.

5 www.tem.fi/matkailu

Luonnontuotealan liikevaihdon vuonna 2017 on arvioitu olleen 530 miljoonaa euroa. Alalla on kasvupotentiaalia ja sen kehittämiseen tähtääviä hankkeita on menossa lukuisia eri puolilla Suomea. Alan kasvun esteeksi on toistuvasti nostettu raaka-aineen saatavuus. Esimerkiksi marjoilla ja sienillä satotasot vaihtelevat vuosittain suuresti. Viime vuosina kehittämispanostuksia on kohdennettu erityisesti jokamiehenoikeuksien ulkopuolella oleviin luonnontuotteisiin (mahla, kuusen kerkät, koivun lehdet, pakuri), joista ainakin osalla epävarmuudet satojen vaihtelun osalta ovat pienemmät. Raaka-aineen saatavuuden osalta laajentamismahdollisuudet ovat hyviä.

Luontoon perustuva palvelutoiminta pitää sisällään laajasti erilaisia palveluita luontomatkailupalveluista luonnon hyvinvointivaikutuksia hyödyntäviin Green Care -palveluihin ja erilaisiin luonnontuotekursseihin. Luontomatkailun ja luonnon virkistyskäytön kysyntä on tasaisesti kasvanut Suomessa jo ennen koronapandemiaa ja kasvun odotetaan jatkuvan myös tulevaisuudessa (lisää tietoa pandemian vaikutuksista luontomatkailuun ks. Rikkonen ym. 2020). Kasvu ilmenee muun muassa kansallispuistojen kasvaneista kävijämääristä (Metsähallitus 2021). Luontomatkailussa onkin tunnistettu merkittäviä kasvumahdollisuuksia, ja siitä on tullut merkittävä työllistäjä ja vientitoimiala (TEM 2019a; Tyrväinen ym. 2017).

Luontomatkailun ja luontoon liittyvän muun palvelutoiminnan kysynnän kasvuun ja kehitykseen vaikuttavat useat eri tekijät globaaleista megatrendeistä (mm. kaupungistuminen, ympäristötietoisuuden lisääntyminen) itse luontoon ja luontoarvoihin liittyviin tekijöihin (esim. luonnosta saatavat hyvinvointivaikutukset). Kasvava luontopalveluiden sekä luonnon virkistyskäyttö edellyttävät myös palvelutarjonnan kehittämistä monimuotoisemmalle asiakaskunnalle. Kaupungistuminen vaikuttaa osaltaan siihen, että asiakkaila ei välttämättä ole kokemusta luonnossa liikkumisesta ja toimimisesta, mikä lisää ohjattujen luontopalveluiden kysyntää. Lisäksi eri teemoihin liittyvien luontomatkailutuotteiden ja luontopalveluiden suosio kasvaa. Luontoon liittyvät uudet tuotteet linkittyvät vahvemmin luonnon terveys- ja hyvinvointivaikutuksiin sekä uudistavaan ja elvyttävään toimintaan (regenerative) niin yksilön kuin luonnon näkökulmasta. Luontoon liittyvä palveluliiketoiminta linkittyy vahvemmin myös osaksi sosiaali- ja terveyspalveluita, ja luontopalveluita voidaan hyödyntää yhä laajemmin eri kohderyhmien terveyden ja hyvinvoinnin edistämisessä. Hyvinvointia edistäviä luonnontuotteita kytetään myös vahvemmin osaksi palvelutarjontaa.

Luontomatkailun ja luontoon pohjautuvien muiden palveluiden kysyntään vaikuttavat myös ympäristövastuullisuuteen ja kestäväyyteen liittyvät muutokset asiakkaiden asenteissa ja arvoissa. Vastuullisuuteen liittyvät myös palveluiden erilaisten terveydellisten, sosiaalisten ja taloudellisten vaikutusten tunnistaminen. Esimerkiksi lähimatkailun, lähiluonnon ja lähiruuan arvostus saattaa kasvaa entisestään ja lentämisen houkuttelevuus vähentyä. Myös luontoon liittyvät eri matkailumuodot, kuten metsästys- ja kalastusmatkailu, ja luonnontuotteiden hyödyntämiseen liittyvän osaamisen edistäminen lisäävät suosiotaan.

Maata pitkin matkustaminen lisääntyy edelleen sisältäen niin raideliikenteen kuin jakamistalouden tuomat liikkumisen keinot sekä lihasvoimin matkustamisen. Lähimatkailun lisääntyminen tukee osaltaan kestävyystavoitteita matkailun päästöjen pienentyessä.

Luontomatkailun ja luontoon pohjautuvan muun palveluliiketoiminnan edellytyksenä on luontoympäristön vetovoimaisuus ja siihen vaikuttavat tekijät, kuten luonnon monimuotoisuus ja kauniit luontomaisemat sekä luonnon saavutettavuus eri kohderyhmille. Alan kehittämiseen vaikuttaakin vahvasti toimintaympäristön ylläpitäminen ja säilyttäminen sellaisena, mikä tukee palvelutoiminnan tavoitteita, vastaa asiakkaiden tarpeisiin sekä tuo asiakkaille heidän odottamiaan elämyksiä. Luontomatkailutoimialan haasteena on lisääntynyt luonnonvarojen käyttö alueilla, joissa on myös vahvasti aineettomiin luontoarvoihin pohjautuvaa palveluliiketoimintaa. Matkailu on kuntien merkittävä työllistäjä erityisesti Pohjois-Suomessa. Hakkuiden merkittävä lisäys erityisesti yksityismailla voi heikentää luontomatkailun toimintaympäristön laatua ja liiketoimintaedellytyksiä (Aapala ym., 2017). Luonnon virkistyskäytön ja matkailun kasvu lisää osaltaan kansalaisten kiinnostusta luonnonsuojeluun ja maisemien hoitoon, mikä vähentää tehostetun puuntuotannon ja laaja-alaisen hakkuiden hyväksyttävyyttä. Luontokohteiden suunnittelussa ja maankäyttöraatkaisuissa tuleekin löytää selkeitä ratkaisuja, joiden avulla voidaan kunnioittaa luontoa, turvata luonnon aineettomia arvoja, tukea ihmisten hyvinvointia sekä mahdollistaa luontoon pohjautuvaa palveluliiketoimintaa.

Kasvava luonnon virkistyskäyttö ja luontomatkailu myös itsessään lisäävät luontokohteiden käyttöpainetta erityisesti suurten kaupunkien läheisyydessä olevissa lähiluonto- ja päivämatkakohteissa, joissa lisääntyvä kävijämäärä aiheuttaa erilaisia ongelmia liittyen mm. alueiden kulumiseen ja roskaantumiseen. Jokamiehen oikeuksiin perustuva luontokohteiden käyttö on edelleen vahvaa, mutta samalla kohteiden palvelurakenteiden ylläpitäminen vaatii osaltaan yhä enemmän huomiota ja resursseja. Tämä osaltaan lisää painetta kerätä käyttömaksuja, joiden avulla kohteita voidaan hoitaa ja ylläpitää. Käyttömaksujen kerääminen voi pohjautua sekä pakollisiin käyttömaksuihin että vapaaehtoisiin maksuihin, jotka tukevat erilaisten ekosysteemipalveluiden säilymistä. Luontokohteisiin suuntautuvaa painetta pyritään tasoittamaan esimerkiksi erilaisten digitaalisten ratkaisujen avulla ohjaamalla kävijävirtoja tasaisemmin eri ajoille ja eri kohteisiin. Kestävyyden asettamat rajat vaikuttavat vahvasti myös tuotetarjonnan suuntaamiseen ja markkinointiin. Luontoon liittyvä palvelutarjonta joutuu myös sopeutumaan ilmaston lämpenemisestä aiheutuviin muutoksiin kehittämällä aktiviteetteja, jotka korvaavat lumeen ja jäähän pohjautunutta palvelutarjontaa. Tämä muuttaa osaltaan palvelurakenteita eri alueilla.

4.5 TIMES-VTT -skenaariotulokset

Tiina Koljonen & Antti Lehtilä, VTT

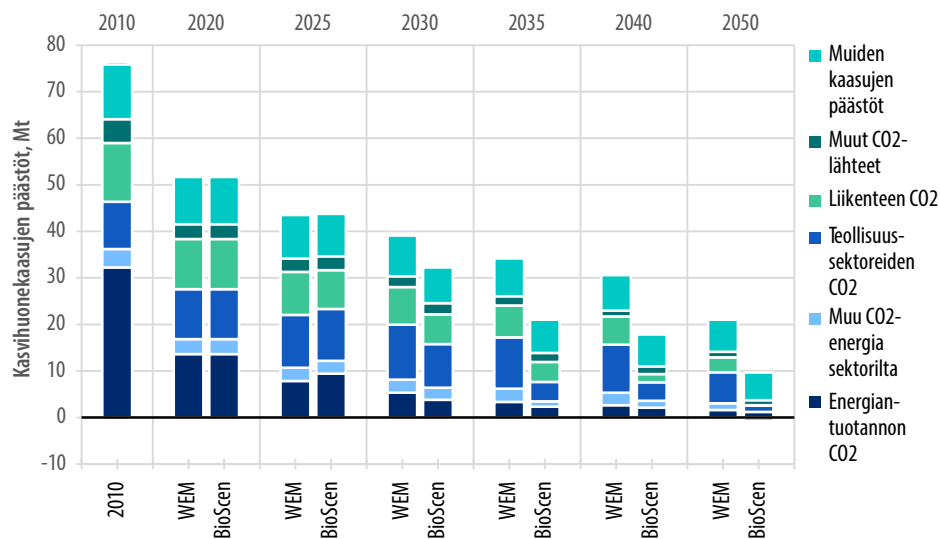
Edellä esitetty biotalouden kasvuskenaarion kehityskulkua järjestelmätasolla on pyritty havainnollistamaan laskennallisesti TIMES-VTT -järjestelmämallilla. Koska biotalous on erittäin laaja kokonaisuus (ks. luku 2), mikään yksittäinen laskennallinen lähestymistapa, joka huomioisi systemaattisesti eri biotalouden sektoreiden kehitykset mukaan lukien sektorien väliset kytkennät, uudet tuotteet, luonnonvarojen käytön, kasvihuonekaasupäästöjen kehitykset, jne., ei ole mahdollinen. Tämän vuoksi tässä luvussa esitetyt laskennalliset tulokset taustoittavat ainoastaan osittain biotalouden kehitystä esitetyssä skenaariossa. Biotalouskehitystä tarkasteltiin laajemmin kansantalouden tasapainomallilla, jonka avulla pystyttiin paremmin arvioimaan biotalouden arvonlisän kehitystä. Toisaalta tarvitaan tarkempaa analyysiä eri biotalouden sektoreita kuvaavilla malleilla, johon tässä työssä ei ollut mahdollisuuksia. Lisäksi digitalisaation, kiertotalouden ja laajemmin biotalouteen kytkettyjen palvelujen osalta tulisi laatia vaikutusarviot, joka myöskään ei ollut tämän työn puitteissa mahdollista.

Kuten luvussa 4.2 esitettiin, biotalouden kehityskulkua kuvaavan skenaarion yhtenä keskeisenä taustaoletuksena oli Suomen hiilineutraalisuustavoite vuoteen 2035 mennessä. Hiilineutraalisuustavoite edistää siirtymää kiertotalouteen ja resurssitehokkuuden kasvuun, mutta toisaalta myös lisää bioenergian kysyntää korvaamaan fossiilisia polttoaineita erityisesti lämmön tuotannossa. Suomen biotalouden kestävä kasvua kuvaavaa skenaariota (kuvissa BioScen) on verrattu WEM (With Existing Measures) -skenaarioon, joka huomioi nykyiset (l. ennen 31.12.2019 voimaan tulleet) ilmasto- ja energiapolitiittiset toimet vuoteen 2030 asti. WEM- ja BioScen-skenaariot poikkeavat toisistaan paitsi ilmastotavoitteiden myös biotalouden kehityksen osalta. Biotalouskenaariorissa on pyritty kuvaamaan siirtymää korkean arvonlisän tuotteisiin ja uusiin teknologioihin. Uusia biotalouden tuotteita on kuvattu erillisessä raportissa (Arasto ym. 2021), jota on hyödynnetty skenaariotyön taustalla.

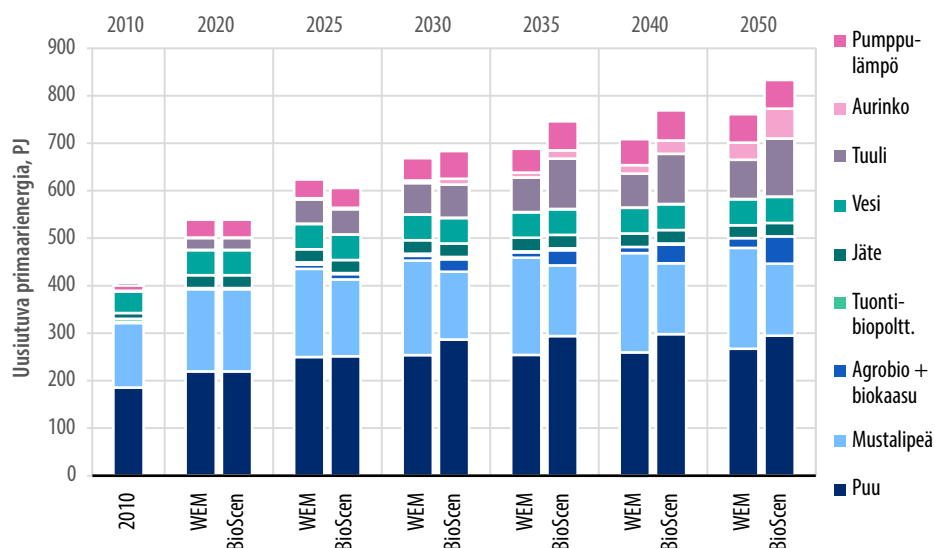
Alla (Kuva 8) on esitetty kasvihuonekaasu (KHK) -päästöjen kehitys WEM- ja BioScen -skenaarioissa. Maankäyttösektorin (l. LULUCF) KHK-päästöjä ja -poistumia ei mallinnettu tässä hankkeessa, joten laskelmissa oletettiin 21 Mt CO₂-eq. nettohiilivuon vuodelle 2035, joka vastaa Ilmastopaneelin esittämää suositusta maankäyttösektorin nettohiilivuon vuodelle 2035 (Suomen Ilmastopaneeli, 2021) sekä keskimääräistä nettohiilivuota vuosina 1990–2018 Tilastokeskuksen tietojen mukaan. Biotalouskehityksen näkökulmasta keskeistä on huomata erityisesti liikenteen ja energiasektorin hiilidioksidi (CO₂) -päästöjen merkittävä pieneneminen vuoteen 2035 mennessä. Kuten luvussa 2 esitettiin, liikennettä ei perinteisesti lueta biotalouden piiriin, mutta erityisesti Suomen näkökulmasta nestemäisillä ja kaasumaisilla biojalosteilla on merkittävä rooli ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Toisaalta muut KHK-päästöt,

kuten metaani ja dityppioksidi, vähenevät verrattain hitaasti. Esimerkiksi maataloussektorilla näiden KHK-päästöjen merkittävä väheneminen on haasteellista.

Kuva 8. Kasvihuonekaasupäästöjen kehitys WEM- ja BioScen -skenaarioissa.

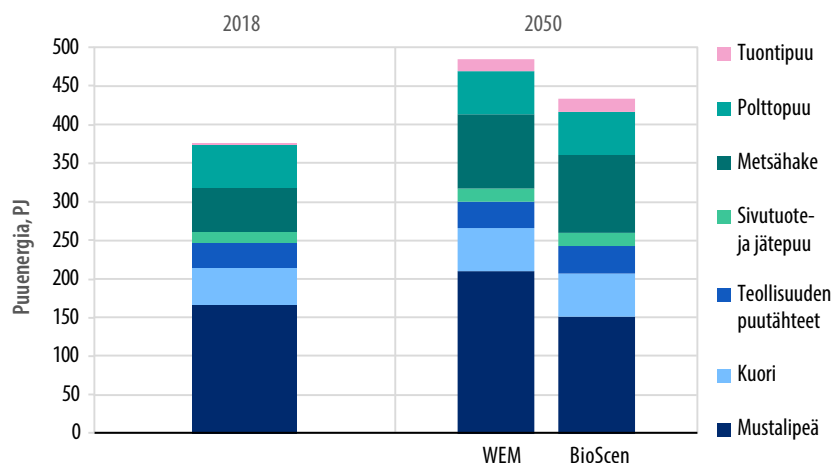


Seuraavassa kuvassa (Kuva 9) on esitetty uusiutuvan primaarienergian tuotannon kehitys WEM- ja BioScen-kehityskuluissa. Kuvasta näkee, kuinka mustalipeän määrä energiaksi pienenee BioScen-oletuksilla, kun mustalipeää hyödynnetään uusien biotuotteiden valmistuksessa. Biokaasun kysynnän kasvu erityisesti liikenteessä näkyy maatalouden sivuvirtojen hyödyntämisen kasvuna biokaasun tuotannossa. Toisaalta bioperäisten raaka-aineiden ja sivutuotteiden osuus uusiutuvan primaarienergian tuotannossa on selvästi pienempi BioScen-kehityskulussa huolimatta siitä, että skenaariossa tavoitellaan hiilneutraaliutta vuoteen 2035 mennessä. Tulosten perusteella voidaan todeta, että biokierratous tukee paitsi irtautumista fossiilisista polttoaineista myös lisää muiden uusiutuvien energia-lähteiden kysyntää. Lisäksi biotalouden jalostusasteen nosto siirtää bioenergian tuotantoa hajaututempaan suuntaan, kun biokaasun ja nestemäisten biojalosteiden kysyntä kasvaa ja toisaalta sivuvirtojen polttaminen energiaksi pienenee suurissa laitoksissa.

Kuva 9. Uusiutuvan primaarienergian kasvu WEM- ja BioScen-skenaarioissa.

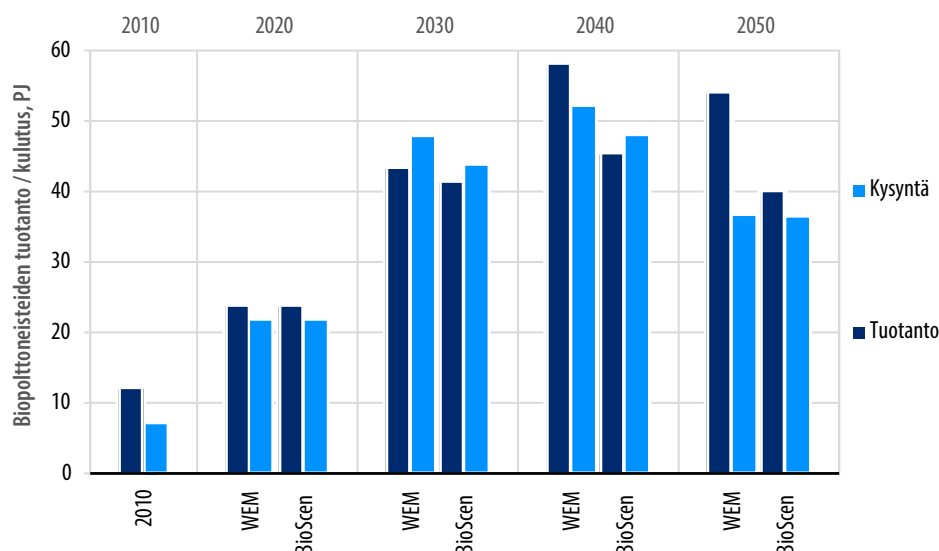
Kuvassa 10 on kuvattu tarkemmin kiinteiden puupolttoaineiden käyttöä energiantuotannossa. Kuvasta nähdään metsähakkeen kysynnän kasvu nykytasoon verrattuna sekä WEM-että BioScen-skenaarioissa. Metsähakkeen kysyntä kasvaa erityisesti yhdyskuntien lämmöntuotannossa ja kestävien biojalosteiden valmistuksessa. Tässä yhteydessä kannattaa huomata, että merkittävä kotimaisen hakkeen käytön kasvu voi vaikuttaa maankäyttösektorin nettonieluihin. Toisaalta BioScen-tuloksissa näkyy myös pienoinen biopolttoaineiden tuonti.

Kuten edellä esitettiin, metsäteollisuuden tuotantovolyymit muiden, paitsi uusien tuotteiden osalta oletettiin samaksi. Näin ollen myös kuoren käyttö WEM- ja BioScen-skenaarioissa ovat lähes samat. Metsäteollisuuden sivutuotteena syntyy nykyään noin 6 Mm³ kuorta, joka hyödynnetään energiantuotannossa. Tulevaisuudessa myös kuorta voisi hyödyntää kemikaalien valmistuksessa, jota ei kuitenkaan ole huomioitu BioScen-kehityskulussa.

Kuva 10. Puupolttoaineiden ja metsäteollisuuden sivutuotteiden energiakäyttö.

Lopuksi vielä esitetään (Kuva 11) biopolttonesteiden tuotanto ja kulutus WEM- ja BioScen-skenaarioissa. Biojalosteiden kysyntä liikenteessä on huipussaan vuonna 2040, mutta BioScen-skenaariossa kysynnän kasvu on huomattavasti maltillisempi kuin WEM-skenaariossa. Tämä johtuu paitsi henkilöautoliikenteen voimakkaasta sähköistymisestä myös koko liikenteen energiankäytön tehostumisesta sekä muiden uusiutuvien energialähteiden, kuten biokaasun ja synteettisten sähköpolttoaineiden, osuuden kasvusta. Skenaarioiden perusteella nähdään myös, että Suomi on keskimäärin omavarainen biojalosteiden tarjonnan osalta. Kotimaisiin biojalostamoinvestointeihin liittyy kuitenkin merkittävää epävarmuutta, ja jalostamoinvestoinnit saattavat sijoittua myös Suomen rajojen ulkopuolelle, joka siten potentiaalisesti lisäisi biojalosteiden tuontia Suomeen. Esimerkkinä mainittakoon Neste Oy:n päätös sijoittaa uusi biojalostamoinvestointi Rotterdamiin Kilpilahden sijasta.

Kuva 11. Biopolttonesteiden kysyntä ja kotimainen tuotanto.



4.6 Biotalous kansantalousskenaario vuosina 2020–2050

Juha Honkatukia, Merit Economics

Kansantalousskenaarion lähtökohdat ovat pitkälti ENKO-hankkeeseen (Honkatukia ym. 2021) perustuvan perusskenaarion mukaiset. Skenaario rakentuu toimialakohtaisten tuottavuustrendien ja maailmanmarkkinoiden kasvutrendien sekä väestöennusteen ympärille. Skenaariossa on sovellettu Tilastokeskuksen vuoden 2019 väestöennustetta, jonka mukaan työikäisen väestön määrä on laskussa koko tarkastelujakson ajan. Vaikka tämän tutkimuksen varsinaisissa pitkän aikavälin skenaarioissa COVID-19 -vaikutukset voidaan olettaa jääneen jo taka-alalle, lähivuosien kasvuun sillä on kuitenkin vaikutuksensa. Tässä oletetaan, että talous vähitellen palaisi valtiovarainministeriön (VM) keväällä 2020 ennustamalle tasapainokasvu-uralle. Toimialatasolla tarkastelu perustuu kuitenkin omiin arvioihin ennen kaikkea tuottavuuden ja pääoman tuottoasteen pitkän aikavälin trendeistä. Perusskenaariossa oletetaan, että tuottavuuskasvussa päästään lähemmäksi pidemmän aikavälin kasvua kuin viime vuosina. Hyödyketasolla pitkän aikavälin trendejä ovat ennen kaikkea maailmanmarkkinoiden volyymin ja maailmanmarkkinahintojen kehittyminen, kun maailmantalous elpyy koronaviruksesta.

Tarkastelussa ennakoitaa myös käynnissä olevien politiikkatoimien vaikutuksia. 2020-luvun edetessä työllisyyden kehitykseen vaikuttaa eniten eläkeuudistus, joka nostaa vanhempien ikäluokkien työhönsallistumisastetta. Lisäksi oletetaan, että julkisen

palvelutuotannon tuottavuus kohenee (puolen prosentin tuottavuuden kasvu) ja sen työvoimantarpeen kasvu jää pienemmäksi kuin ilman uudistuksia. Skenaariossa oletetaan myös, että julkista taloutta aletaan tasapainottaa pääministeri Sanna Marinin hallituskauden lopulla, jolloin velkasuhteen kasvu saadaan taittumaan. Ulkoisen tasapainon oletetaan löytyvän kansantalouden säästämisasteen kautta siten, että kotimainen säästäminen sopeutuu vakiinnuttamaan kansantalouden ulkoisen velan suhteen kansantuotteeseen. Vertailu, eli WEM-skenaariossa otetaan huomioon ilmasto- ja energiapolitiikka jo päätettyjen toimien osalta. Sen vaikutukset kohdistuvat skenaariossa ennen kaikkea energiantuotantoon ja -käyttöön, jonka osalta käytetään TIMES-VTT -mallilla tehtyjä kehitysarvioita (ks. luku 4.6), sekä liikenteeseen, jossa liikennesuoritteiden, ajoneuvokannan ja sen käyttövoimien ja polttoaineiden osalta noudatetaan VTT:n ALIISA -mallilla tehtyjä arvioita. ALIISA -mallinnuksen arviot ovat lähtötietoina myös TIMES-VTT -mallinnuksessa liikenteen käyttövoimien ja liikennesuoritteiden osalta.

Biotalous mahdollisuuksia kuvataan tämän hankkeen toimialatarkastelujen tietojen perusteella. Biotalous kattaa suurimman osan alkutuotannosta ja suuren osan monista jalostuksen toimialoista. Alla (Taulukko 2) on kuvattu alkutuotannon ja jalostuksen toimialojen sekä matkailualueiden osuutta yksityisen sektorin arvonnalisästä. Lisäksi taulukkoon on koottu muualla tässä tutkimuksessa esitetyt arviot biotalouden osuudesta. Vuonna 2018 biotalous kattoi näiden arvioiden perusteella noin 9,4 prosenttia yksityisen sektorin arvonnalisästä. Maatalouden osalta biotalousskenaario sisältää Luke:n arvion maataloustuotannon kasvusta ja lisäinvestoinneista biotalouteen, jotka mahdollistavat vajaan prosentin vuotuisen lisäkasvun. Elintarvikkeiden viennin kasvua vauhdittavat muun muassa luonnontuotteet ja kalatalouden tuotteet. Tekstiiliteollisuuden osalta uudet materiaalit mahdollistavat biotalouden osuuden kasvun noin 90 prosenttiin toimialan viennin arvosta. Metsäteollisuuden vuosikasvu asettuu mekaanisen metsäteollisuuden osalta vajaaseen prosenttiin, mutta kemiallinen metsäteollisuus kasvaa yli kahden prosentin vuostivauhdilla uusien tuotteiden ansiosta. Kemian teollisuuden kasvua vauhdittaa biojalosteiden osuuden kasvu. Rakentamisen toimialoilla biotalous kasvaa puurakentamisen myötä, jonka osuudeksi on arvioitu noin 30 % rakentamisesta.

Taulukko 5. Jalostuksen toimialojen osuus yksityisen sektorin arvonnalisästä

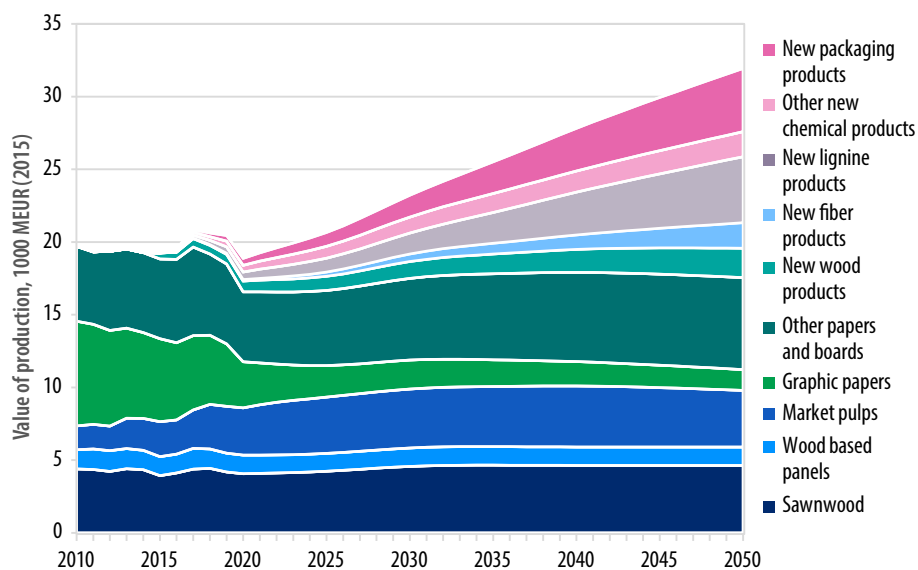
	2012	2015	2018	Biotalous
A Maatalous, metsätalous ja kalatalous (01–03)	3,3	3,4	3,4	100 %
10–12 Elintarviketeollisuus ym.	1,8	1,9	1,7	100 %
13–15 Tekstiiliteollisuus	0,4	0,3	0,2	90 %
16–18 Sahatavaran ja paperin sekä paperi- tuotteiden valmistus; painaminen ja jäljentäminen	3,8	3,3	3,3	100 %
16 Sahatavaran sekä puu- ja korkkituotteiden valmistus (pl. huonekalut); olki- ja punontatuotteiden valmistus	0,9	0,8	0,8	
17, 18 Paperiteollisuus ja painaminen	2,9	2,5	2,5	
19–22 Kemianteollisuus	3,2	3,4	3,5	25 %
23 Muiden ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	0,9	0,8	0,7	
24–30 Metalliteollisuus	17,1	9,9	9,9	
24–25 Metallien jalostus; metallituotteiden valmistus (pl. koneet ja laitteet)	4,0	2,7	2,8	
26, 27 Sähkö- ja elektroniikkateollisuus	8,9	3,2	3,2	
28 Muiden koneiden ja laitteiden valmistus	3,4	3,3	3,3	
29, 30 Kulkuneuvojen valmistus	0,8	0,6	0,7	
31–33 Huonekalujen ym. valmistus; koneiden ja laitteiden huolto ja asennus	1,6	1,5	1,4	
05–09, 13–15, 19–23, 31–39 Muu teollisuus	9,9	10,5	10,1	
D, E Sähkö-, kaasu-, lämpö-, vesi-, viemäri- ja jätevesihuolto (35–39)	3,2	3,9	3,6	
F Rakentaminen (41–43)	8,4	8,3	9,0	30 %
I Majoitus- ja ravitsemistoiminta (55–56)	1,9	2,1	2,2	30 %

Matkailualoilla luontomatkailun osuudeksi on arvioitu noin 25 % perustuen Luken arvioihin. Matkailu ulottuu monille muillekin toimialoille (liikenne, vähittäiskauppa), mutta selvimmin se tulee näkyviin majoitus- ja ravitsemispalveluiden toimialoilla.

Biotalouden tuotoksen kehittymistä on arvioitu karkeasti perustuen Luken ja Tilastokeskuksen tietoihin historiallisesta kehityksestä eri biotalouden toimialoilla (ks. luku 2) ja lisäksi perustuen VTT:n ja Luken asiantuntija-arvioihin uusien tuotteiden potentiaalisista arvoista. On selvää, että arviot eri tuotteiden tuotantomäärien ja erityisesti hintojen kehityksistä ovat hyvin epävarmat, mutta BioScen-analyysin avulla on kuitenkin pyritty havainnollistamaan, minkälaista tuotoksen kasvua olisi mahdollista ennakoida, mikäli Suomi panostaa laaja-alaisesti biotalouden kehitykseen.

Alla (Kuva 12) on esitetty arvio metsäteollisuuden tuotoksen kehityksestä perustuen VTT:n asiantuntija-arvioon BioScen-kehityskulussa. Kuvasta nähdään uusien tuotteiden rooli tuotoksen kasvun kehityksessä erityisesti pitkällä aikavälillä.

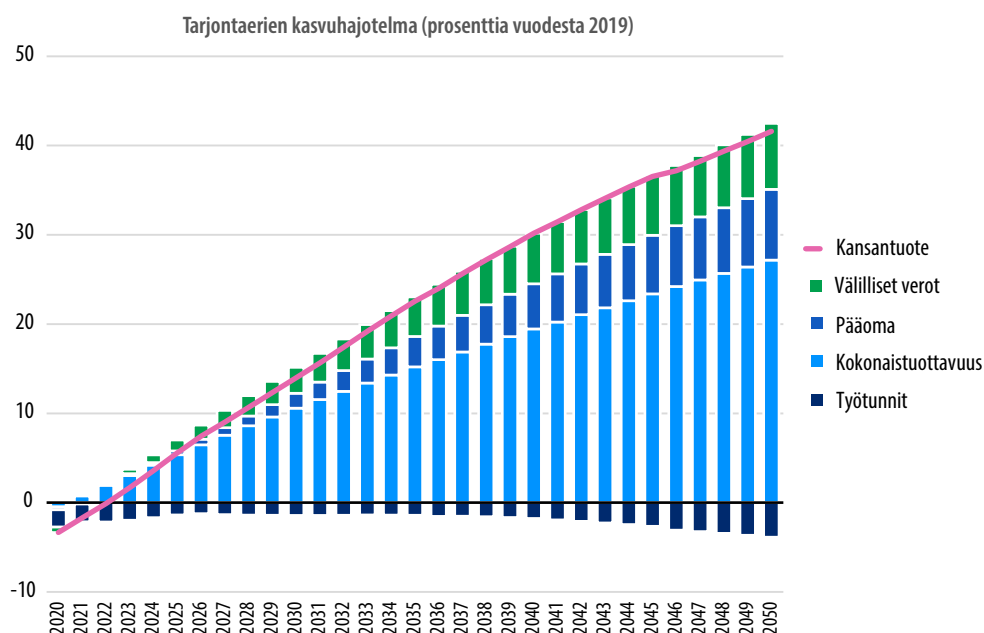
Kuva 12. Metsäteollisuuden tuotoksen kehitys BioScen-kehityskulussa.



Alla esitettyyn kuvioon (Kuva 13) on koottu työpanoksen, pääomapanoksen ja teknologisen kehityksen mahdollistaman tuottavuuden kasvun kautta syntyvät kasvukontribuutiot perusskenaariossa vuosina 2020–2050. Vuonna 2020 työllisyys laskee 2,5 prosenttia, mikä pienentää kansantuotetta reilulla prosenttiyksiköllä. Työllisyys toipuu vuoden 2021 aikana, mutta vuosikymmenen edetessä työikäisen väestön supistuminen johtaa siihen, että työpanoksen kautta ei synny uutta kasvua. Niinpä kasvu on teknologisen kehityksen ja investointien varassa. Vuoteen 2030 mennessä teknologian kehittymisen kautta syntyy kasvua noin 11 prosenttia vuoteen 2019 verrattuna ja vuoteen 2050 mennessä noin 27 prosenttia. Pääoman ja välillisten verojen vaikutus on noin puolet tästä. Kansantuotteen

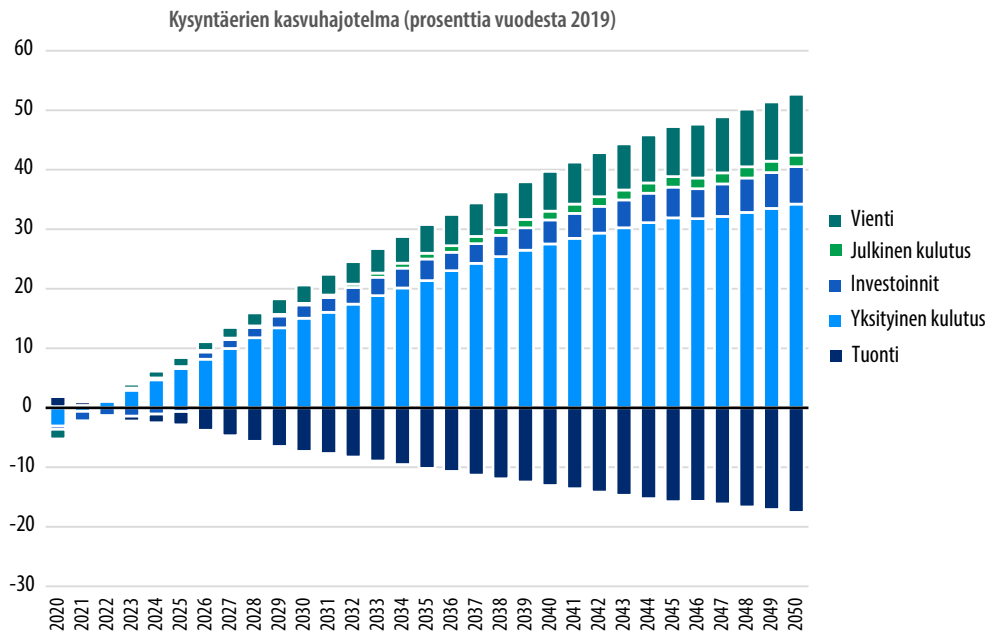
keskimääräinen kasvuvauhti on noin 1,1 prosenttia, mutta henkeä kohti laskettu kansantuotteen kasvu jää 1 prosenttiin.

Kuva 13. Kansantuotteen tarjontaerien kasvuhajotelma vuosina 2019–2050.



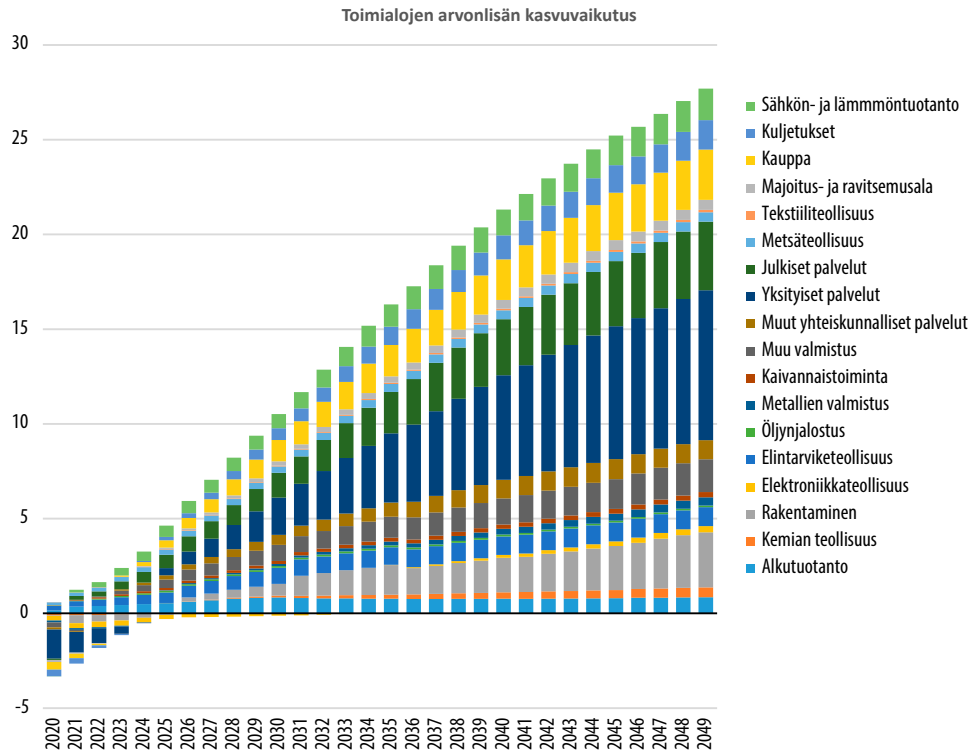
Alla (Kuva 14) on kuvattu kansantuotteen käytön vaikutus kansantuotteen kasvuun perus-, eli WEM-skenaariossa. Kuviosta näkyy, kuinka viennin vaikutus vuodesta 2019 pysyy jonkin aikaa negatiivisena, mutta viennin elpyessä lähivuosina se kääntyy taas positiiviseksi ja on 2030-luvulla noin kolmasosan kulutuskysynnän vaikutuksesta. Kotitalouksien kulutus ei sukella samalla tavoin kuin vienti, ja sen kasvu on keskimäärin noin 1,7 prosenttia vuoteen 2050 mennessä, jolloin sen kasvukontribuutioksi muodostuu vajaa prosentti vuodessa. Investointien vaikutus kansantuotteen kasvuun on hieman yli seitsemän prosenttiyksikköä vuoteen 2050 mennessä. Julkisen kulutuksen kasvuvaikutus jää sen sijaan pieneksi, kun hallinnon tehostuminen kompensoi hyvinvointipalvelujen kasvavaa kysyntää.

Kuva 14. Kansantuotteen kysyntätekijöiden kasvuhajotelma vuosina 2019–2050.



Arvonlisän kautta syntyvä kasvuvaikutus toimialaryppäittäin näkyy kuvasta (Kuva 15), jossa kasvua on tarkasteltu toimialojen näkökulmasta. Suurin kasvuvaikutus syntyy yksityisten palvelujen kautta, joihin lukeutuvat monet liike-elämän palvelut sekä esimerkiksi asuntojen vuokraus ja hallinta (7,9 prosenttia vuoteen 2050 mennessä). Rakentamisen kautta syntyy 3,1 prosentin kasvuvaikutus. Muun valmistuksen (konepajateollisuus, ajoneuvojen valmistus, puutuotteiden valmistus) kasvuvaikutukset ovat seuraavaksi suurimmat, (2,1 prosenttia) arvonlisän kautta syntyvästä noin 27 prosentin kasvusta. Julkisten palvelujen (mm. hoivasektorit) kautta syntyvä kasvu on 3,6 prosenttia ja kaupan kautta kasvua syntyy 2,7 prosenttiyksikköä. Kuljetustoimialojen vaikutus on noin 1,6 prosenttia, ja sähkö- ja lämpöhuollon noin 1,3 prosentin verran vuoteen 2050 mennessä.

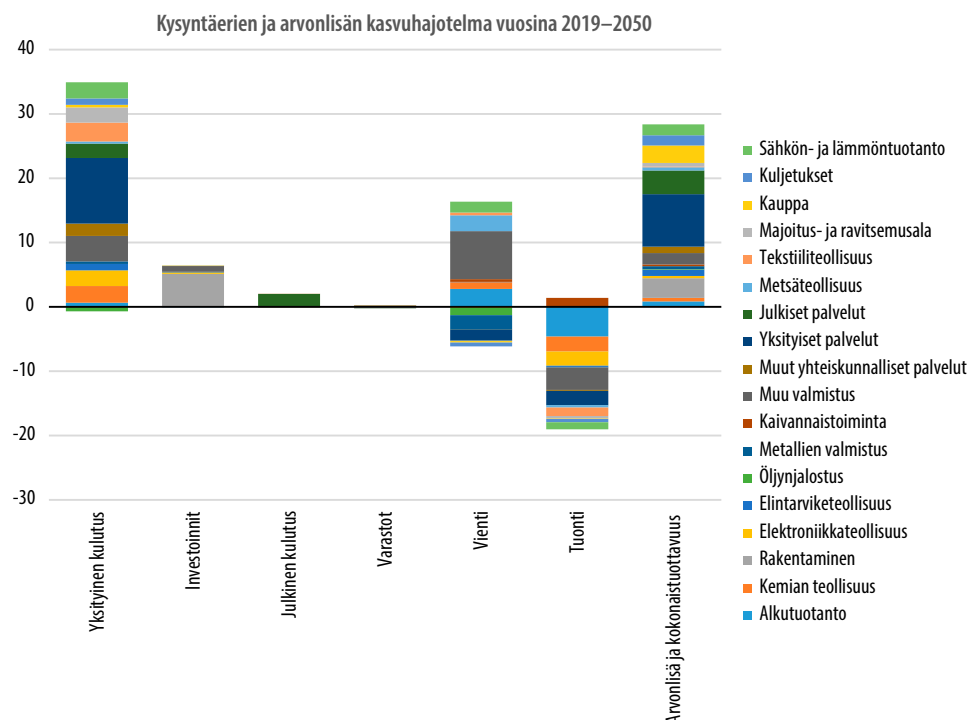
Kuva 15. Arvonlisän vaikutus kansantuotteeseen.



Alla (Kuva 16) on tarkasteltu kasvuvaihtuksia toisaalta kysynnän käyttöerien ja tuoteryhmien kautta, toisaalta toimialojen arvonlisän kautta. Kuviosta nähdään, että yksityiset palvelut ovat kulutuksen kautta syntyvistä kasvuvaihtuksista suurimmat; viennin kautta taas muu teollisuus (ajoneuvot, konepajateollisuuden tuotteet) on suurin. Monen vientiteollisuuden tuoteryhmän viennin kasvuvaihtus sen sijaan jää negatiiviseksi. Osittain tämä johtuu vuoden 2020 aikana tapahtuneesta pudotuksesta, joka näkyy vielä vuonna 2040 eräiden toimialojen osalta. Arvonlisän kautta (joka ei sisällä hyödykeverojen kasvuvaihtusta mutta kylläkin tuotannon verojen ja -tukien) suurin vaikutus syntyy yksityisten ja julkisten palvelujen ja rakentamisen toimialoilta. Myös kaupan vaikutus on suuri, vaikka se ei

kansantuotteen käyttöerissä suoraan näykään – kaupan alojen merkitys on tuotteiden välittämässä valmistajilta kuluttajille.

Kuva 16. Kansantuotteen kasvuhajotelma vuosina 2019–2050 hyödykkeittäin ja toimialoittain.

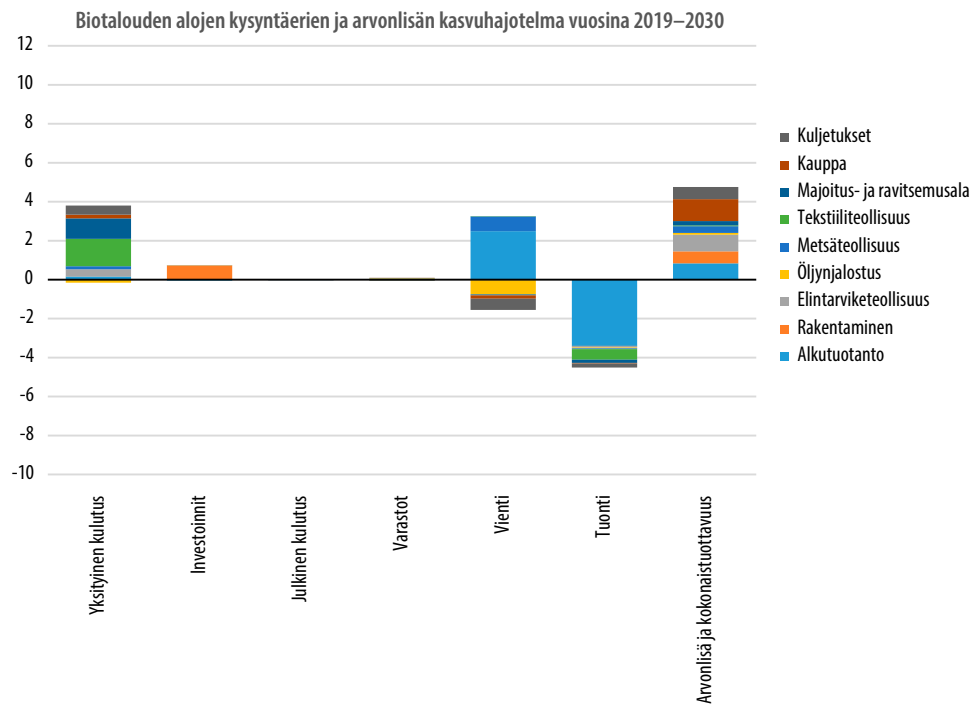


Seuraaviin kuviin (Kuva 17, Kuva 18) on koottu vastaava kasvuhajotelma niiltä toimialoilta, joille biotalous sijoittuu. Näiden toimialojen arvonlisän kasvu kasvattaa kansantuotetta vuoteen 2030 mennessä hieman yli neljä prosenttia vuodesta 2019. Vuoteen 2050 mennessä kasvua kertyy aluksi toistakymmentä prosenttia, noin neljännes kansantuotteen kokonaiskasvusta. Toimialojen kehityksessä heijastuu muun muassa energiatalouden sähköistyminen, joka kasvattaa rakentamisen ja energiasektorien kautta syntyvää kansantuotteen kasvua, mutta myös biotalouden synnyttämät uudet tuotteet ja vientimahdollisuudet. Nämä muodostavat kuitenkin vain osan toimialojen kokonaisuudesta.

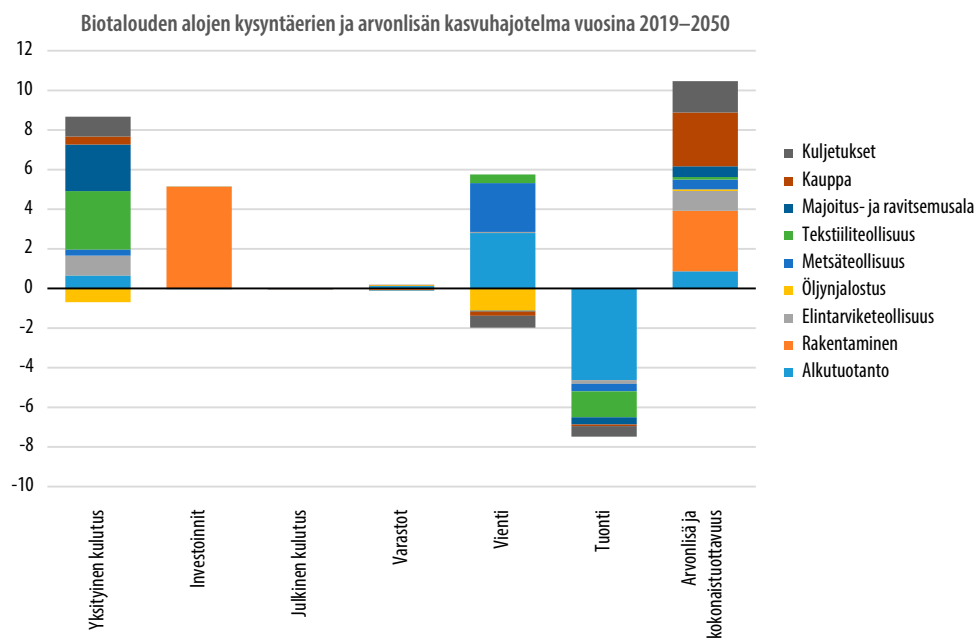
Biotalous osuutta toimialojen kasvuvaikutuksesta on esitetty alla (Kuva 19, Kuva 20) edellä esitettyjen biotalouden osuutta kuvaavien arvioiden valossa. Kuvista näkyy selvästi ennen kaikkea alkutuotannon ja metsäteollisuuden, mutta myös matkailun ja elintarviketeollisuuden tuotteiden viennistä syntyvä kasvu. Sähköistymisen ja uusien tuotantoteknologioiden myötä biotalouden investoinnit synnyttävät kysyntää, joka kohdistuu

rakentamisen toimialaan ja nostaa rakentamisen kasvuvaikutusta. Kasvava tuotanto synnyttää myös välituotteiden tuontia, joka näkyy selvimmin alkutuotannon tuotteina, joita elintarviketeollisuus ja metsäteollisuus käyttää. Vuoteen 2050 mennessä biotalouden suurin vaikutus kansantalouden kasvuun syntyy alkutuotannosta (0,9 prosenttiyksikköä), elintarviketeollisuudesta (prosenttiyksikkö), rakentamisesta (0,9 prosenttiyksikköä) ja metsäteollisuudesta (0,5 prosenttiyksikköä). Viennin kautta tarkastellen järjestys on toinen: metsäteollisuuden viennin kautta kasvuvaikutus on 2,5 prosenttia, alkutuotannon 2,7 prosenttia ja tekstiiliteollisuuden 0,4 prosenttiyksikköä. Kaikkiaan varsinaisen biotalouden kautta syntynyt kasvuvaikutus vuosina 2019–2050 on noin neljä prosenttia.

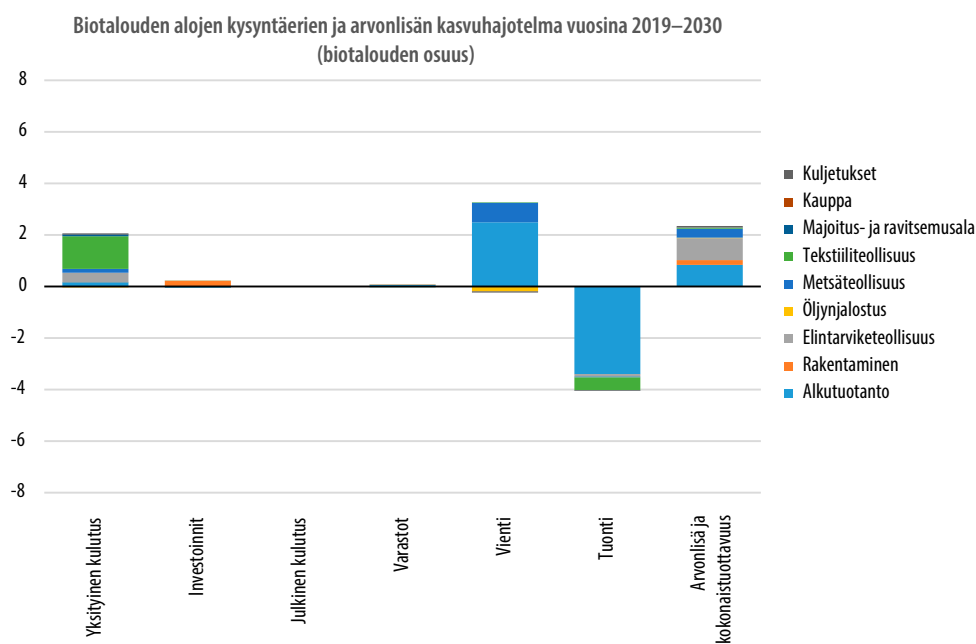
Kuva 17. Kansantuotteen kasvuhajotelma vuosina 2019–2030, ne hyödykkeet ja toimialat, joille biotalous sijoittuu.



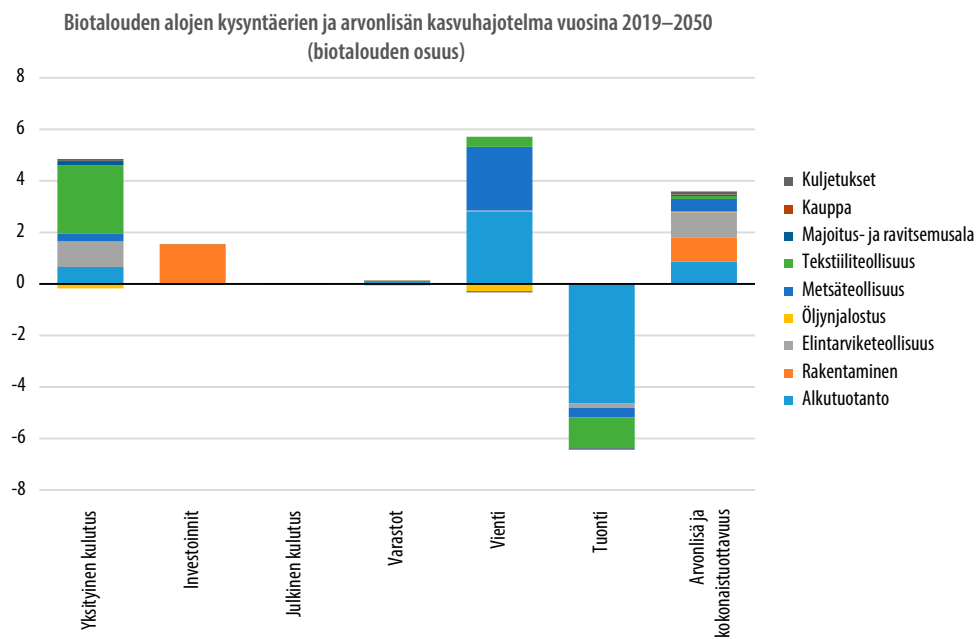
Kuva 18. Kansantuotteen kasvuhajotelma vuosina 2019–2050, ne hyödykkeet ja toimialat, joille biotalous sijoittuu.



Kuva 19. Kansantuotteen kasvuhajotelma vuosina 2019–2030, biotalouden osuus.



Kuva 20. Kansantuotteen kasvuhajotelma vuosina 2019–2050, biotalouden osuus.



5 Suomen biotalousskenaarion SWOT-analyysi

5.1 SWOT

Mikko Kurttila, Pasi Rikkonen & Jyrki Aakkula, Luke

5.1.1 Toteutustapa

SWOT (toimintaympäristön kuvaus vahvuuksien, heikkouksien, mahdollisuuksien ja uhkien avulla) -analyysi tarkastelee Suomen biotaloutta luvussa 4 kuvatussa skenaariossa. Analyysissä tunnistettiin asiantuntijatyönä tämän raportin kirjoittajien toimesta olennaiset tekijät metsäsektorille ja maataloudelle sekä laajemmin ruokajärjestelmälle. Lisäksi tunnistettiin muihin biotaloussektoreihin liittyviä sisäistä ja ulkoista toimintaympäristöä kuvaavia tekijöitä. Työn tilaajan toivomuksesta tarkasteluun sisällytettiin erillinen oikeudenmukaisuusnäkökulmia tarkasteleva kaikki sektorit kattava tarkastelu.

Suomen biotalouden toimintaympäristön tärkeimpien tekijöiden tunnistamista varten tekijöiden tärkeydet arvioitiin hankkeeseen osallistuvien tutkijoiden (n=9) toimesta monikriteerisellä arviointimenetelmällä (Kurttila ym. 2009). Tämän avulla voidaan tunnistaa tekijöitä, jotka muodostavat Suomen biotalouden ”kovan ytimen”, mutta myös heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia, jotka erityisesti tulisi huomioida Suomen biotalousstrategiaa laadittaessa.

5.1.2 Tulokset

Kuvatussa skenaariossa Suomen biotalouden kova ydin rakentuu metsäsektorilla sekä myös maataloussektorilla (ml. ruokajärjestelmäkokonaisuus ja sininen biotalous) edelleen perinteisten vahvojen tukijalkojen varaan (Taulukko 6). Näitä ovat metsävarat ja metsien hyvä kasvukunto, vakaa toimintaympäristö, ruokajärjestelmän huoltokyky ja omavaraisuuteen panostaminen sekä puhdas luonto ja tuotantoympäristö. Uudemiksi kovaa ydintä tukeviksi tekijöiksi nousee vahva osaaminen synteettisessä biologiassa ja teollisessa biotekniikassa, joka antaa edellytyksiä korvata fossiilisia polttoaineita. Lisäksi solu- ja mikrobi-pohjainen tuotanto voi mahdollistaa pidemmällä aikavälillä tuotannon irtautumista perinteisistä tuotantoympäristöistä ja voi samalla mahdollistaa vapautuneen resurssin siirtymistä ilmastovaikutusten torjuntaan ja monimuotoisuuden edistämiseen.

Taulukko 6. Suomen vahvuudet biotalousskenaariossa. Tärkeimmät vahvuudet lihavoitu. Suluissa oleva numero on asiantuntijoiden toteuttamien tärkeysarviointien keskiarvo (huom: arvot eivät ole vertailukelpoisia sarakkeiden eikä SWOT kenttien välillä, vaan ne kuvaavat vain kunkin sektorin vahvuuksien tärkeyssuhteita).

Metsäsektori	Maatalous ja ruokajärjestelmä (ml. sininen biotalous)	Muut biotalouden sektorit
Metsävarojen riittävyys: Suomen metsien kasvu jatkuu vahvana aikaisemmin tehtyjen investointien seurauksena, metsien kasvua voidaan lisätä mm. jalostetun taimiaineksen, lannoituksen sekä oikea-aikaisen metsänhoidon avulla (0,22)	Laaja poliittinen konsensus ruokajärjestelmän huoltokyvyn ja sitä myötä omavaraisuusasteen säilyttämisestä korkealla tasolla (0,24)	Suomen puhdas luonto, metsät, turvallisuus ja "arkkinen ulottuvuus" säilyvät ja vahvistuvat matkailuvaltteina (0,28)
Vakaa toimintaympäristö (0,20)	"Puhdas" tuotantoympäristö muodostuu Suomen kilpailueduksi (0,22)	Vahvaa osaamista synteettisessä biologiassa ja teollisessa biotekniikassa → korvataan fossiilisia polttoaineita ja lisäksi solu- ja mikrobipohjainen tuotanto mahdollistaa tuotannon irtautumista pelloilta ja metsistä (0,28)
"Uudet" biopohjaiset tuotteet korvaavat fossiilisista raaka-aineista tehtyjä tuotteita kokonaisuutella tavalla (0,16)	Elintarvikkeiden kulutuksessa kotimaisuuspreferenssi säilyttää vahvuutensa (0,16)	Bioenergiasektorin vahva osaaminen synnyttää globaaleja teknologian vientiyrityksiä (0,26)
Metsäalan vahva osaamis pohja ja perinteet, infrastruktuuri, logistiikka, kestäväällä tavalla hoidetut metsät, pitkäkuituinen havupuuvaranto (0,16)	Maa- ja elintarviketalouden tutkimuksen taso kansainvälisesti vertailtuna korkealla tasolla, joka edesauttaa uusien innovaatioiden kehittymistä ruoantuotannossa (0,14)	Terveyssektorin osaaminen sekä tuotteet ja palvelut kattavat poikkileikkaavasti koko biotalouden (suojaimet, lääkeaineet, terveyttä edistävät elintarvikkeet, ekosysteemipalvelut)(0,18)
Suomessa toimii yrityksiä joilla riittävät harteet ja kyvykyys viedä läpi mittavia teknologisia, arvoketjuun ja uusiin tuotteisiin liittyviä uudistumisia (0,14)	Tasapainoisella alueellisella kehityksellä on vahva tuki kansallismielipiteen tasolla, mistä vähintäänkin epäsuorasti hyötyy myös maa- ja elintarviketalous (0,13)	
Merkittävä tutkimusinfrastruktuuri & ppp-yhteistyö (0,11)	Suomella laajat akvaattisen biomassan (kalat, äyriäiset, levät) tuotantoon soveltuvat sisä- ja rannikkovesialueet (0,11)	

Tärkeimmiksi tunnistetut heikkoudet nivoutuvat metsäalan uusiutumiseen liittyviin haasteisiin sekä tuoteportfolion alhaiseen jalostusasteeseen (Taulukko 7). Myös maatalouden ja ruokajärjestelmän perinteisyys ja uusiutumisen haasteet, luonnonolosuhteet sekä EU:n maatalouspolitiikan piirteet korostuvat. Muilla biotaloussektoreilla TKI -panosten lasku on ongelmallista sekä perus- että soveltavalle tutkimukselle.

Taulukko 7. Suomen heikkoudet biotalouskenaariossa. Tärkeimmät heikkoudet lihavoitu. Suluissa oleva numero on asiantuntijoiden toteuttamien tärkeysarviointien keskiarvo (huom: arvot eivät ole vertailukelpoisia sarakkeiden eikä SWOT kenttien välillä, vaan ne kuvaavat vain kunkin sektorin heikkouksien tärkeyssuhteita).

Metsäsektori	Maatalous ja ruokajärjestelmä (ml. sininen biotalous)	Muut biotalouden sektorit
Metsäteollisuuden vientituotteet edustavat alhaista jalostusastetta => kaskadikäyttö ja kiertotalous tapahtuvat Suomen rajojen ulkopuolella (0,24)	Maataloudessa ei ole kunnolla herätty biotalousajatteluun, vaan biomassojen tuotanto ja jalostus nähdään hyvin perinteisesti (0,19)	TKI panosten lasku hidastaa soveltavaa ja uuden teknologian implementointiin tärkeää tutkimusta. Global RDI shopping: onko Ruotsi houkuttelevampi maa tehdä uusia asioita (0,30)
Metsäala ei pysty uusiutumaan (0,20)	Luonnonolosuhteista aiheutuva kilpailukykyhaitta, jonka johdosta maatalouden tuottavuus ja kannattavuus ovat alhaisemmat kuin kuin keskisen ja läntisen Euroopan maissa (0,18)	TKI-panosten lasku hidastaa erityisesti perustutkimusta (vrt. uusien tuotteiden ja prosessien kehitys) (0,27)
EU-politiikka pitkälti "keskieurooppalaista", joka ei sellaisenaan istu (helposti) Suomen toimintaympäristöön (0,20)	Suomalainen maatalous ei pysty uusiutumaan (0,17)	Suomi on vielä kaukana ja tuntematon monille matkailijoille, myös Ruotsi ja Norja houkuttelevat samoja turisteja (0,20)
Suomi kaukana (tekstiiliteollisuuden) markkinoista, tuotetaan vain raaka-ainetta, joka viedään jalostettavaksi (0,16)	EU:n yhteistä maatalouspolitiikkaa (CAP/YMP) tehdään suurten maatalousmaiden (erityisesti Ranska) ehdoilla, jolloin Suomen kaltaisen pienen reunavaltion edut jäävät vähälle huomiolle (0,17)	Globaalisti merkittäviä toimijoita vientimarkkinalla; mistä merkittävä uusi kasvupotentiaali? (0,23)

Metsäsektori	Maatalous ja ruokajärjestelmä (ml. sininen biotalous)	Muut biotalouden sektorit
Mekaanisen metsäteollisuuden uudistumisen ja vientipotentiaalin lisäarvon haasteet (0,12)	Pieni yrityskoko ja suuret etäisyydet (0,11)	
Pitkä kuljetusmatka päämarkkinoille, pieni kotimarkkina (0,08)	Rakennekehityksessä edelleen takamatkalla verrattuna esim. Tanskaan ja Ruotsiin (0,09)	
	Kotimarkkinaan keskittynyt ruokajärjestelmä (0,09)	

Metsäsektorin osalta tärkeimmiksi tunnistetut mahdollisuudet liittyvät fossiilisten raaka-aineiden korvaamiseen ja kestävänsä metsätalouden aseman vahvistumiseen ilmastonmuutoksen torjunnassa (Taulukko 8). Lisäksi korostuvat metsien uudet käyttömuodot: aineetomat (luontomatkailu, virkistyskäyttö), hiilensidonnasta saatavat uudet ansaintamahdollisuudet sekä luonnontuotteiden kaupallisen hyödyntämisen huomattava lisääminen ilman negatiivisia vaikutuksia metsien muuhun käyttöön. Maataloudessa mahdollisuuksiksi nousevat vahvuuksien (Taulukko 6) hyödyntämisen seurauksena premiumvientituotteet esimerkiksi Euroopan ja Venäjän markkinoille. Lisäksi ilmastonmuutoksen seurauksena tuotanto-olosuhteet paranevat. Muiden sektoreiden osalta kiinnostavia mahdollisuuksia ovat (suomalaisten) terveysteknologian tuotteiden ja palveluiden kasvu, kestävä luontomatkailu sekä uusiin teknologioihin pohjautuva ruuantuotanto.

Taulukko 8. Suomen mahdollisuudet biotalousskenaariossa. Tärkeimmät vahvuudet lihavoitu. Suluissa oleva numero on asiantuntijoiden toteuttamien tärkeysarviointien keskiarvo (huom: arvot eivät ole vertailukelpoisia sarakkeiden eikä SWOT kenttien välillä, vaan ne kuvaavat vain kunkin sektorin mahdollisuuksien tärkeyssuhteita).

Metsäsektori	Maatalous ja ruokajärjestelmä (ml. sininen biotalous)	Muut biotalouden sektorit
Metsäbiotalous nähdään EU-tasolla mahdollisuutena korvata fossiilisia raaka-aineita ja kestävä metsätalous nähdään ilmastonmuutoksen torjuna (0,24)	Suomalaisesta ruuasta (vilja-tuotteet, lihatuotteet, vihannekset jne.) tulee puhtauden ja hyvän laadun ansiosta varteenotettavia vientituotteita. Määrät pysyvät pieninä, mutta nousevat hinnat parantavat maatalouden kannattavuutta (0,19)	Terveysteknologian ja palveluiden tarpeiden kasvu (vrt. suojaimet, terveyttä edistävät elintarvikkeet, ekosysteemipalvelut) (0,30)
Metsien monikäytön (ai-neettomat käyttömuodot, luonnontuotteet) kaupallinen hyödyntämisen monikertaistetaan ilman negatiivisia vaikutuksia muihin käyttömuotoihin (0,19)	Suomen kilpailuetu maataloudessa lisääntyy, sillä vaikka ilmastonmuutoksen hillinnässä onnistutaankin keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä kohtuullisesti, niin ilmaston lämmenemisen myötä maatalouden tuotanto-olosuhteet ehtivät muuttua Suomessa aiempaa edullisemmiksi Keski- ja Etelä-Eurooppaan verrattuna (0,19)	Synteettinen biologia, geeniteknologia, jne. solu- ja mikrobipohjainen ruoantuotanto => paljon uusia innovaatioita, joista osa on jopa valmiita kaupallistettavaksi (0,26)
Hiilensidonnasta ja biodiversiteetistä syntyy täydentävä ansaintamahdollisuus metsänomistajille ja alan toimijoille (0,18)	Suomella voi tulevaisuudessa olla merkittävä rooli erityisesti Pietarin alueen pitkälle jalostettujen elintarvikkeiden kysynnän tyydyttämisessä tilanteessa, jossa Venäjän markkinat palautuvat (0,15)	Suomi (luonto)matkailun turvasatama ja vastuullinen toimija (matkailu perustuu Suomessa tuotettuun lento-biopolttoaineisiin ja/tai vedystä tehtäviin hiilivetyihin) perustuen toimivaan infrastruktuuriin (0,24)
Mekaanisen metsäteollisuuden jalostusarvon kasvu, esim. puutuotteet, puurakentaminen antaa mahdollisuuksia rakentaa puutuotteiden Suomi-brändiä (vrt. nimekkäät muotoilijat, Suomen oma IKEA?) (0,18)	Ruoan kysyntä lisääntyy väestönkasvun myötä globaalisti, mikä tarjoaa myös Suomen maataloudelle mahdollisuuksia (0,13)	Kansainvälisen turismin ohessa myös kotimaan matkailu lisääntyy, kun tuotetaan uusia palveluita (0,20)

Metsäsektori	Maatalous ja ruokajärjestelmä (ml. sininen biotalous)	Muut biotalouden sektorit
Digitaliset ratkaisut tehostavat metsävarojen arviointia ja metsien tuotantoteknologioita (0,11)	Pohjoinen ruokakulttuuri (luomu, lähiruoka sekä paikallinen jalostaminen) rakentuu osaksi luontoon perustuvan matkailun elämys- ja virkistyspalveluja (0,13)	
Viestinnällisillä toimenpiteillä (kuluttajat, nuoret) pystytään vaikuttamaan kuluttajien käyttäytymiseen ja metsäbiotalouden tuottamien tuotteiden kulutuksen suosimiseen (0,10)	Maatalouden kivennäis- peltomailla on hiilensidontapotentiaalia, jota on mahdollista hyödyntää ilmastopolitiikassa (0,11)	
	Uudet teknologiat kalankasvatuksessa lisäävät huomattavasti suomalaista kalantuotantoa (0,11)	

Metsäsektorin uhat liittyvät toimintaympäristön epävarmuuteen (mahdolliset hiilensidontan tulevat velvoitteet), ilmastonmuutokseen sekä osin näihin liittyen metsien käytön konflikteihin (Taulukko 9). Maataloudessa tärkeimmät uhat ovat hyvin samankaltaisia metsäsektorin kanssa. Tärkeimmäksi tekijäksi nousee kuitenkin alkutuottajien heikkenevät investointiedellytykset, joka estää alan uusiutumista. Muiden biotalouden sektoreiden uhat heijastelevat metsäsektorin ja maatalouden maine- ja hyväksyttävyyso ongelmia, jotta ongelmiin kasvussa ja uusien tuotteiden lanseerauksessa.

Taulukko 9. Suomen uhat biotalouskenaariossa. Tärkeimmät vahvuudet lihavoitu. Suluissa oleva numero on asiantuntijoiden toteuttamien tärkeysarviointien keskiarvo (huom: arvot eivät ole vertailukelpoisia sarakkeiden eikä SWOT kenttien välillä, vaan ne kuvaavat vain kunkin sektorin uhkien tärkeyssuhteita).

Metsäsektori	Maatalous ja ruokajärjestelmä (ml. sininen biotalous)	Muut biotalouden sektorit
Hiilensidontaan liittyvät poliittiset sitoumukset ja / tai lyhytjänteisyys heikentävät alan toimintaedellytyksiä (epävarmuus vähentää investointihalukkuutta) (0,17)	Maatalouden alkutuotannon toimijoiden mahdollisuudet investoida uusiutumiseen heikkenevät merkittävästi (0,20)	Yleisten normien ja arvojen kehittyminen metsätaloutta ja maataloutta vastaan heijastuu myös kaikille muillekin biotaloussektoreille, ja isot yritykset ja toimijat (ml. pääoma) kuihtuvat (0,28)
Ilmastonmuutos vähentää puun saatavuutta (taudit) ja lisää puun tarjonnan vaihtelua (altistuminen tuhoille, korjuun vaikeutuminen) (0,12)	Hiilensidontaan liittyvät poliittiset sitoumukset ja / tai päätöksenteon lyhytjänteisyys heikentää alan toimintaedellytyksiä Suomessa (0,14)	Kaikenlaisen biomassan (ml. metsä- ja maatalouden sivutuotteet) polttaminen vastarinnassa esim. EU-politiikassa, Suomi joutuu kompensoimaan LULUCF-sektorillaan muiden EU-maiden fossiilisia KHK-päästöjä (0,27)
Konfliktit lisääntyvät mm. viestinnän epäonnistumisen vuoksi: Metsin käytöstä ei päästä sopuun, metsien talouskäyttöä hyväksyttävyyden heikkenee (0,12)	Ilmastonmuutoksen haitat (kasvukauden aikaiset lisääntyneet sään ääri-ilmiöt, uudet tuholaiset, rikkakasvit ja taudit) ylittävät ilmastonmuutoksesta saatavat hyödyt (pidentyneen kasvukauden mahdollistamat sadonlisäykset) (0,13)	Geeniteknologia kohtaa eettisiä haasteita, solu- ja mikrobipohjainen ruoantuotanto ei kohtaa laaja-alaista hyväksyntää => TKI-panokset jäävät alhaisiksi ja/tai tuotteiden saattaminen markkinoille ei onnistu (0,26)
Arvonlisään liittyvien innovaatioiden laajamittaisen kaupallistamisen epäonnistuminen Suomessa (0,11)	Muuttuvat kulutustottumukset ja ilmastonmuutokseen liittyvät tekijät vähentävät rajusti suomalaisten lihatuotteiden kulutusta (0,12)	Kansainvälinen turismi kuihtuu (pandemiat, lentämiseen liittyvät ilmastokysymykset, Suomi liian kallis ja kaukana, jne.) (0,19)
Suomi ei säily kilpailukykyisenä investointiympäristönä (0,09)	Perinteinen maatalous korvautuu solumaataloudella ja muilla maapohjasta irrotetuilla tuotantoratkaisuilla, mikä johtaa perheviljelmäpohjaisen maatalouden katoamisen myötä maaseudun elinvoimaisuuden heikkenemiseen (0,11)	

Metsäsektori	Maatalous ja ruokajärjestelmä (ml. sininen biotalous)	Muut biotalouden sektorit
Suomesta tehdään metsämuseo kansainvälisillä sopimuksilla (biodiversiteetti ja hiilensidontavelvoitteet kohdistuvat erityisesti Suomeen) (0,08)	EU joutuu alentamaan maatalouden sisäisiä tukia merkittävästi kauppapoliittisista syistä ja se vaikuttaa Suomeen muita jäsenvaltioita enemmän ja pakottaa nopeutuvaan rakennemuutokseen (0,11)	
Biotuotteiden (biomuovit etc.) markkinoilla muodostuva lisäarvo jää maltilliseksi (0,08)	Kuluttajien luottamus eläinperäisten elintarvikkeiden turvallisuuteen heikkenee kuluttajien niihin liittämien tautiriskien vuoksi (zoonoosiriski eläimistä ihmisiin siirtyvien taudinaiheuttajien ja niiden aiheuttamien sairauksien kannalta) (0,08)	
Metsien virkistyskäytön ja luontoarvojen ristiriita metsien käytön suhteen + yleinen ilmapiiri, mikä ruokkii innovaatiomyönteistä ympäristöä (0,08)	Tuotantopanosten hinta eriytyy ajallisesti tuotteesta saatavasta hinnasta (0,06)	
Tulorahoitus ei riitä mekaanisen metsäteollisuuden investointien rahoittamiseen (erityisesti yksityiset sahat) (0,07)	Eläinproteiinin tuotannon lasku Suomessa korvautuu tuonnilla (0,05)	
Pohjoisen kuituja korvaavat kuidut (0,07)		

Ulkoisen toimintaympäristön analyysissä nousivat lisäksi esiin kilpailijamaiden (esimerkiksi Ruotsi ja Saksa) toiminta ja biotalouden tavoitteiden samankaltaisuus. Nämä voivat olla sekä mahdollisuuksia että uhkia Suomen biotalouden näkökulmasta. Ne voidaan nähdä mahdollisuuksina, jos ajatellaan, että yhtenevien tavoitteiden avulla useat maat voivat vaikuttaa samansuuntaisesti esimerkiksi EU:ssa. Samankaltaiset tavoitteet voivat toisaalta tarkoittaa lisääntyvää kilpailua maissa toimivien yritysten välillä, jolloin ne voidaan nähdä uhkina.

5.2 Oikeudenmukaisuusnäkökulma

*Johanna Ahola-Launonen, Aalto yliopisto
Sofi Kurki, VTT*

Kirjoittajat ovat tutkineet biotalouden tulevaisuuden skenaarioita ja niihin liittyviä oikeudenmukaisuuskysymyksiä hankkeissa Biotalous ja oikeudenmukaisuus, SA 307467 (Suomen Akatemia) sekä Oikeudenmukaisuuden rooli biotaloutta koskevassa päätöksenteossa (maa- ja metsätalousministeriö).

5.2.1 Oikeudenmukaisuusnäkökulma

Oikeudenmukaisuudesta puhuttaessa tarkastelun keskiössä ovat periaatteet tasa-arvosta, yhdenvertaisuudesta, tasapuolisuudesta sekä kaikkien asianosaisten huomioon ottamisesta. Nämä periaatteet ovat tyypillisesti laajasti kannatettuja abstraktissa muodossaan. Kun periaatteista ryhdytään keskustelemaan jossakin tarkemmassa kontekstissa, ristiriitoja alkaa syntyä: mitä tarkoittaa tasapuolinen ja yhdenvertainen kohtelu? Ketä mikäkin asia koskee? Mitä tarkoittaa samanarvoisuus? Oikeudenmukaisuuden käsitteen tarkempi ymmärtäminen riippuukin muun muassa arvoja, ihmisluontoa, yhteiskuntaa ja valtiota koskevista ennako-oletuksista. (Ahola-Launonen, Häyry & Takala, 2018). Oikeudenmukaisuutta tarkasteltaessa onkin oleellista altistaa näitä ennako-oletuksia keskustelulle. Ovatko ennako-oletukset esimerkiksi hyviä, tosia, tai reiluja?

Biotalous soveltavat oikeudenmukaisuuskysymykset liittyvät muun muassa ympäristö-, ilmasto-, energia- sekä järjestelmämurroksen oikeudenmukaisuuteen. Näille teorioille yleinen tapa ymmärtää oikeudenmukaisuuden ulottuvuuksia on erottaa toisistaan jakava oikeudenmukaisuus, jossa tarkastellaan erilaisten oikeuksien, vapauksien, mahdollisuuksien, hyötyjen, haittojen, ja riskien jakaantumista; sekä menettelyn ulottuvuus, joka huomioi menettelytapojen ja päätöksenteon oikeudenmukaisuutta. Ketkä ovat mukana päättämässä, ja edistetäänkö asianosaisten etuja ja intressejä oikeudenmukaisesti, erilaiset tarpeet, kulttuurit ja näkökulmat tunnustaan? Läpileikkaavia lisänäkökulmia ovat muun muassa toteutuneita epäoikeudenmukaisuuksia korjaava oikeudenmukaisuus sekä globaali oikeudenmukaisuus.(ks. esim. Järvelä et al 2020).

Biotalouteen liittyvässä oikeudenmukaisuusnäkökulmassa on siis otettava huomioon seuraavia tekijöitä: Minkälaisille arvoille ja ennako-oletuksille biotalous perustuu, minkälaisia biotalouden visioita ne tuottavat, ja voidaanko niitä pitää oikeudenmukaisina? Minkälaisia oikeudenmukaisuuden käsityksiä suomalaisessa biotalouskeskustelussa on lähtökohtina?

Tässä luvussa tarkastellaan oikeudenmukaisuuden roolia biotaloudessa. Käsittelemme sitä, miten oikeudenmukaisuus tämänhetkisessä biotalouteen liittyvässä keskustelussa

ymmärretään, ja mihin suuntaan keskustelua tulisi suunnata. Huomiomme pohjautuvat seuraaviin hankkeissamme toteutettuihin menetelmiin: 1) Käsitemallitus suomalaisesta biotalouskeskustelusta ja sen oikeudenmukaisuuskäsityksistä; 2) Temaattinen käsitte-analyysi siitä, miten EU-tason biotalouspolitiikan päivittäminen vastaa alkuperäisen biotalousstrategian kohtaamaan kritiikkiin sekä 3) Delphi-kyselyaineisto, jossa biotalouden asiantuntijat määrittävät minkälaisia elementtejä ”hyvä” ja ”huono” biotalous tarkoittavat.

5.2.2 Biotalouskeskustelun arvot ja taustaoletukset

Sekä kansainvälisessä että suomalaisessa biotalouskeskustelussa on ominaista arvokonflikti taloudellisten, sosiaalis-kulttuuristen ja ympäristön tavoitteiden välillä: biotalousstrategiat pyrkivät edistämään samanaikaisesti näitä kaikkia, mutta taloudelliset arvot ovat silti painavimpia. (McCormick & Kautto 2013; Mittra & Zoukas 2020; Ramcilovic-Suominen & Püzl 2018; Staffas ym. 2013; Varho ym. 2018) Suomalainen biotalouskeskustelu onkin painottunut näkemyksiin, joissa uskotaan biomassojen, tehometsätalouden ja teknologian ratkaisuvoimaan ilmastotoimina ja hyvinvoinnin kasvattajina: liiketalous ja teknologia ratkaisevat globaalit ongelmat, kunhan niihin vain sijoitetaan riittävästi. Tämä talous-tekologinen produktivistinen oletus pohjaa eri arvoille kuin ekologisia, kulttuurisia ja sosiaalisia arvoja korostava näkemys. (Ahlqvist & Sirviö 2019; Häyry ym. 2020; Kröger & Raitio 2017).

Ensimmäisiä biotalousstrategioita (OECD 2006, 2009; EC 2012) on kritisoitu pääasiallisesti liialliseen taloudellisen näkökulman painottamiseen sosiaalisen ja ympäristön kestävyys-kustannuksella: vaikka kestävyys vaikuttaa olevan strategioiden johtoajatuksena, niissä on lopulta hyvin vähän pohdintaa siitä, miten ja kuinka paljon biomassaa voidaan ottaa käyttöön kestävästi. (Staffas ym. 2013, McCormick and Kautto 2013). Strategioiden retoriikka luo myytin loppumattomasta biomassasta, jonka mukaan biomassan avulla voitaisiin korvata ’kaikki’ fossiilinen energia ja säilyttää nykyinen kasvuun perustuva talousjärjestelmä kestäväällä tavalla. (Kurki & Ahola-Launonen 2021)

Tällainen liikalupaaminen on ongelmallista, koska se ohjaa huomiota ja resursseja erilaisiin teknologisiin energiankorvausratkaisuihin ilman riittävää fokuksia materiaalisesta kulutuksesta ja kestävämmien elintapojen muuttamiseen. (Goven & Pavone 2015). Biomassat ovat kuitenkin rajallisia, eikä nykyinen kulutukseen ja materiaaliseen kasvuun perustuva talousjärjestelmä muutu kestäväksi pelkällä raaka-ainemuutoksella. (ks. esim Jackson 2009; Partanen ym. 2014)

EU:n päivitetty biotalousstrategiat (EC 2018a; OECD 2018) pyrkivät vastaamaan muuttuneeseen politiikkaympäristöön, jossa ilmastomuutos otetaan vakavasti. Keskeinen muutos EU-tason dokumenteissa on korostunut huoli biomassan riittävyydestä ja kestävästä käytöstä. Maan ja käytettävissä olevan biomassan rajallinen rooli biotaloudessa tunnustetaan ja

”neitseellisen” biomassan käyttöä pyritään vähentämään. Päivitetty termi biotaloudelle onkin kestävä kierto-biotalous, jossa biomassaa pyritään käyttämään tehokkaan ajorjestyksen mukaisesti; hiilinieluja halutaan lisätä; ja biomassaa halutaan pitää kiertossa mahdollisimman pitkään. Biotalous myös nähdään ennemmin vain yhtenä osaratkaisuna globaaleihin haasteisiin. Erityisesti EU:n yleis-ilmastopolitiikat ovat yhä vahvemmin suuntautuneita elintapojen ja yhteiskunnan toimintalogiikan systeemiin muutoksiin. Ongelmallista on kuitenkin, että myös kritiikin kohteena olleet sisällöt ovat edelleen läsnä päivitettyssä strategiassa, jolloin monenlaiset tulkintakehykset – myös vahvasti kritisoidut – ovat mahdollisia.

Biotaloudesta käytävä keskustelu – eli esimerkiksi biotalousstrategian puhetapa – vaikuttaa myös siihen, *mitä pidetään oikeudenmukaisena*. Keskeistä on, minkälaisia uskomuksia ja puheenpartta biotalouspolitiikka ja – keskustelu ylläpitävät. Jos globaalit ongelmat luetaan ratkaista liiketalouden ja teknologian keinoin, se heikentää yhteisvastuun motivaatiota: ”Miksi vähentää omaa kulutusta, jos teknologian kehitys ja markkinat kuitenkin ratkaisevat ongelman puolestani?” Tämä tulisi ottaa huomioon biotalouteen – ja ilmasto-toimiin ylipäänsä – liittyvässä viestinnässä ja strategisessa työskentelyssä.

Biotalouden oletukset ja biotalouteen liitettävät arvot määrittävät, miten ymmärretään oikeudenmukainen biotalous. Poliittika-analyysin tuloksia vertailtiin siksi myös Suomen Akatemian konsortiossa tuotettuun Delfoi-kyselyn aineistoon. Delfoi-kyselyssä biotalouden asiantuntijat kertoivat, mitä heidän mielestään tarkoittavat ”hyvä” ja ”huono” biotalous. Tutkimus nostaa esille aiheita, jotka korostuvat Delfoi-vastaajien näkemyksissä, mutta joita ei ole juurikaan käsitelty politiikkadokumenteissa tai joiden käsittelyssä on näissä sisäisiä ristiriitoja. Delfoi-vastauksista analysoitiin asiantuntijoiden nimeämiä ”hyvinä” ja ”huonoina” pidettyjä biotalouden elementtejä sekä vastaajien näkemyksiä tärkeimmistä yhteiskunnallisista ajureista, jotka vaikuttavat ilmastotavoitteiden saavuttamiseen.

Asiantuntijat liittävät ”huonon” biotalouden ensisijaisesti epäonnistumiseen ilmastomuutoksen hillinnässä. Tällöin biotalous näyttäytyy viherpesuna, jolla on oikeutettu systeemi-sempien muutosten laiminlyönti. ”Huono” biotalous on pyrkinyt korvaamaan fossiilisilla raaka-aineilla tuotettuja hyödykkeitä täysimääräisesti ilman kokonaiskulutuksen vähentämistä. Biomassapohjaiset hyödykkeet siis tulisivat fossiilipohjaisten rinnalle mahdollistamaan materiaaliseen kasvuun perustuvan elämäntavan jatkumisen globaalisti. ”Huono” biotalous on taloudellisesti kannattamatonta, perustuu vanhanaikaiseen teknologiaan, ja siinä biomassaa käytetään laajamittaisesti energianlähteenä. Lisäksi ”huono” biotalous perustuu epätasa-arvoiseen suhteeseen yksilöiden ja ryhmien välillä, jonka vuoksi se tuottaa ja pahentaa jakolinjoja sekä yhteiskuntien sisällä, mutta myös globaalisti. Epäoikeudenmukaisesti jakautuneiden haittojen ja hyötyjen lisäksi ”huonossa” biotaloudessa ei oteta huomioon muita oikeudenmukaisuuteen liittyviä seikkoja, kuten kulttuurisia kysymyksiä.

Asiantuntijoiden näkemyksissä ”hyvä” biotalous liittyy luonnonvarojen säästävään ja kestävään käyttöön, ja luonnonresurssien jakoperiaatteisiin, jotka painottavat vähimmän haitan tuottamista. Asiantuntijat painottavat kestäväen taloudellisen mallin luomisen tärkeyttä. Kestävä talousmalli ei vastaajien mukaan perustu materiaaliseen kasvuun ja konsumerismiin. Näiden sijaan ”hyvä” biotalous perustuu kestäväälle kuluttajakäyttäytymiselle ja biotalouden tuottamien hyötyjen oikeudenmukaiselle ja tasa-arvoiselle jakautumiselle. Monen vastaajan mielestä tämänkaltaiset taloudet olisivat luonteeltaan pienimuotoisempia ja paikallisia. Fossiilisten raaka-aineiden käyttö olisi minimoitu, ja mahdollisuuksien mukaan aina korvattu uusiutuvilla raaka-aineilla, ensisijaisesti kiertotalousmallin mukaisesti. Asiantuntijat painottavat vähähiilisyiden ja ilmastomuutoksen torjumisen ensisijaisuutta hyvän biotalouden ominaisuutena. Älykäs, kestävä teknologia yhdistettynä regeneratiivisiin lähestymistapoihin ovat työkaluja, joiden nähdään johtavan hyvään biotalouteen. Taloudelliset näkökulmat ovat tasapainossa ympäristön suojelun, biodiversiteetin lisäämisen, ja sosiaalisen hyvinvoinnin tavoitteiden kanssa.

Alla olevassa taulukossa 10 kuvataan tiivistetysti sekä verrataan Delfoi-asiantuntijoiden näkemykset hyvästä ja huonosta biotaloudesta ja verrataan niitä EU-biotalous- ja -ilmasto-politiikkoihin. Asiantuntijoiden näkemyksissä ”huonosta” biotaloudesta oli paljon samaa kuin EU:n alkuperäisessä biotalouspolitiikassa, kun taas päivitetyssä versiossa – varsinkin, jos mukaan luetaan EU:n tuoreimmat ilmastotavoitteiden yleis-politiikat – oli enemmän elementtejä ”hyvästä” biotaloudesta. Päivitetyn biotalouspolitiikan keskeinen ongelma on, että sen pohjalta voidaan johtaa sekä ”hyvään” että ”huonoon” biotalouteen johtavia tulokintoja (Kurki & Ahola-Launonen 2021; kuva 1.).

Taulukko 10. Nykyisen ja tulevan biotalouden ominaisuuksia Delfoi-asiantuntijoiden näkemysten ja EU-politiikkadokumenttien valossa

”Huono” biotalous	”Hyvä” biotalous	Alkuperäiset EU-biotalous-politiikat	Päivitetyt EU-biotalous-/ilmastopolitiikat*
Politiikka: Poliittinen ja yhteiskunnallinen ajattelutapa			
Yhteiskunnan pirstaloituminen	Yhtenäinen globaali tah- totila ja kollektiivinen toi- minta		Politiikan tehokas täytäntöönpano edellyttää aktiivisia kansalaisia ja yleistä hyväksyntää *
Ei yhteistä tahtotilaa	Sosiaalinen paine muutokseen		Ilmastomuutoksen torjuminen on poliittisia toimia vaativa tehtävä*
Liian vähän toimia, liian myöhään	Usko muutoksen		
Lyhytnäköiset politiikat	Sitoutuneet johtajat		
Itsekkyys, rahan ja vallan ahneus	Intressiryhmät ja yritykset sitoutuneet tavoitteisiin		
Lobbaus ja korruptio estävät muutokset	Onnistunut riskiviestintä		
Talous: Taloudellinen paradigma ja taloudelliset arvot			
Hyvinvointi riippuvaista ympäristöä ylikuormittavasta teollisuudesta	Ympäristön ja sosiaalisen kestävyyden priorisointi	Keskittyy talou- delliseen tuotan- toon ja kasvuun	Pääpaino kasvulla ja kilpailukyvyllä
Riittämättömät ohjauskeinot kestävyyteen	Markkinoiden sääntelyn vahva ohjaaminen kestävyyteen	Tuotannon jatkuminen tai jopa lisääminen	Tehokkaat ohjauskeinot
Konsumerismi valtakulttuurina	Kaikkien ”neitseellisten” raaka-aineiden käytön tiukka sääntely	Taloudelliset pri- oriteetit tärkeäm- piä kuin ympäris- töön ja sosiaali- siin kysymyksiin liittyvät asiat	Teollisuus on vähemmän riippuvainen uusista materiaaleista
	Muutos kuluttajien käyttäytymisessä ja kulttuurissa		Oletus että taloudellinen kasvu voidaan kytkeä irti ympäristöhaitoista
			Ei todellisia rajoituksia biomassan energiakäytölle

“Huono” biotalous	“Hyvä” biotalous	Alkuperäiset EU-biotalous-politiikat	Päivitetyt EU- biotalous-/ -ilmastopolitiikat*
Sosiaalinen: Oikeudenmukaisuus, osallisuus, tasa-arvo			
Hyödyt harvoille, sosiaalinen epäoikeudenmukaisuus	Hyötyjen tasapuolinen jakautuminen, oikeudenmukainen siirtymä	Ei keskustelua biotalouden sosiaalisista ja kulttuurisista vaikutuksista	Biomassojen käytön sosiaaliset vaikutukset otettava huomioon
Päätöksentekijöinä pienet eliitit, vähemmistöjen oikeudet sivuutetaan	Osallistavuus päätöksentekomallina	Ei kiinnitetä huomiota biomassan tuonnin epäetisiin puoliin	Oikeudenmukainen ja osallistava siirtymä*
Biomassan tuonti kehittyvistä maista	Luonnonvarojen oikeudenmukainen jakautuminen		Pienituloisista huolehtiminen*
Nopea väestönkasvu	Sukupuolten tasa-arvo hidastaa väestönkasvua		Huomioidaan että biomassan tuontiin liittyy ongelmia*
Teknologia: Teknistierteelliset ratkaisut ja niiden rajat			
Keskittyy teknologisiin ratkaisuihin	Ei ainoastaan teknologisia ratkaisuja	Teknologia tärkein ratkaisujen lähde	Vähemmän teknologisiin ratkaisuihin kohdistuvaa ylitoiveikkuutta
Fossiilisten raaka-aineiden käyttö vain korvataan toisella raaka-aineella	Primäärikulutuksen vähentäminen	Kestävyyden saavuttaminen otetaan itsensänselvyytenä	Kestävyys suurempana huolen aiheena
Puute uusista innovaatioista	Innovaatioiden avulla kiertotalouteen ja kestäväan kehitykseen	Loputon biomassaa voi korvata fossiiliset resurssit	Biomassa ja maa-ala nähdään rajallisina
Olemassa olevan teknologian käyttöönotossa ongelmia	Sähköistyminen		Ei puhuta vain korvaamisesta vaan myös vähentämisestä*
			Sähköistyminen isossa roolissa*
Ympäristö: Miten ja mihin biomassaa käytetään			
Biomassan ylikäyttö	Kierto- ja kaskadinen biomassan käyttö	Biopolttoaineilla ja bioenergialla keskeinen rooli	Kierto ja kaskadisuus
Raakabiomassaa käytetään lineaarisesti energiantuotantoon	Rajoitettu biomassan käyttö energiantuotantoon	Resurssien niukkuuteen ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota	Riippuvuus bioenergiasta
Ei muutoksia maankäytössä, kestämaton maatalous	Laajamittaiset muutokset maankäytössä: hiilinielut, metsittäminen...		Muutokset maankäytössä: nielut, regeneratiiviset menetelmät...
Globaali hyväksikäyttö	Biomassatuotannon paikallisuus		Biomassatuotannossa painotetaan paikallisuutta

* Clean Planet (EC 2018) ja Green Deal (EC 2019)

5.2.3 Kysymyksiä oikeudenmukaisuudesta

Suomessa biotaloutta ja oikeudenmukaisuutta koskeva keskustelu on pääasiassa keskittynyt tarkastelemaan biotalouden ”voittajia” ja ”häviäjiä”, joiden välille on oikeudenmukaisuuden nimissä pystyttävä luomaan riittävä kompensatiojärjestelmä. Esimerkiksi perinteisille maatalouden ja kaivosten toimijoille on kompensoitava se haitta, joka teknologisesta edistyksestä ja siirtymisestä uusiin tuotanto- ja energiamuotoihin seuraa. Lisäksi tyypillinen näkökulma on, että nykyiset biotalouden liikemuodot on voitava säilyttää, koska ne ovat aina ennenkin luoneet vaurautta. Kompensaationäkökulma on tärkeä, mutta sen sisältämät oikeudenmukaisuuden ulottuvuudet ovat hyvin rajalliset. (Häyry ym. 2020).

Keskeinen ongelma on, että kompensationsäkökulma huomioi vain tietyt eturyhmät. Biotalous oikeudenmukaisuudessa on kuitenkin huomioitava paljon laajempi joukko asianosaisia. Oikeudenmukaisuuden teoreettiset ulottuvuudet ja biotalouskeskustelulle tyypilliset arvot ja taustaoletukset huomioiden voidaan suomalaisen biotalouden kehittämiseen paikantaa seuraavia oikeudenmukaisuutta koskevia näkökulmia.

Kaikkien hyvinvoinnin edistämisen kannalta on oleellista huomioida biotaloustoimien kontribuutio ilmastotoimiin ja siirtymiseen kestävämpään yhteiskuntaan. Jos ilmastotoimet epäonnistuvat, tuloksena on mittaamatonta haittaa kaikille kuviteltavissa olevilla osapuolille, joko suorana vakavana haittana tai epäsuorana globaaliin epävakauteen liittyvänä haittana. Oleellista on, että a) biotaloustoimet eivät taloudellisten tavoitteidensa vuoksi tuota ilmastotoimia uhkaavaa ympäristöhaittaa esimerkiksi haitallisena hiilinielujen vähentämisenä ja b) biotaloustoimet edistävät yhteiskunnallista tahtotilaa kulutuksen vähentämiseen ja materiaalsen kasvun kyseenalaistamiseen.

Oikeudenmukaisen haittojen ja riskien jakaantumisen kannalta on oleellista pohtia missä ja miten suomalaisen biotalouden biomassatuotanto tapahtuu. Kuinka paljon suomalainen biotalous on riippuvaista tuontibiomassasta, ja missä määrin tämä tarkoittaa ympäristöhaittojen ja ympäristöoikeuksien menettämisen ulkoistamista? Ja missä määrin suomalainen biotalous tuottaa haittoja kotimaisille alkuperäis- ja paikallisväestöille? Suomalaisen biotalouden oikeudenmukaisuus ei voi tarkoittaa vain sitä, minkälaista biotaloutta suomalaisesta biomassasta tehdään, vaan myös, millä ehdoin suomalaisessa biotaloudessa käytetty biomassassa on tuotettu.

Suomalaisen biotalouden tavoitteiden asettelun kannalta on oleellista pohtia, keiden etua suomalainen biotalous palvelee. Keitä se palvelee eniten? Entä vähiten? Mihin nämä painotukset perustuvat, ja ovatko ne oikeudenmukaisia kaikkien osapuolten kannalta?

Asianosaisten osallisuuden kannalta on oleellista pohtia, keitä pidetään osallisena suomalaisessa biotaloudessa, ja miten tunnistetaan eri ryhmien tarpeet ja oikeudet. Jos metsät ovat suomalaisen biotalouden keskiössä, ketkä ovat osallisina metsissä? Näitä voivat olla esimerkiksi metsäteollisuuden edustajat, kansalaiset, paikallis- ja alkuperäisväestöt, eri

ikäryhmät ja yhteiskunnalliset ryhmät, tulevat sukupolvet, eläimet, metsänomistajat, ja ne, jotka eivät omista metsää.

Suomalaista biotalouspolitiikkaa ja oikeudenmukaisuutta koskevaa keskustelua tulisi ohjata kohti kaikkien yhtäläistä hyvinvointia ja yhteisvastuuta ilmastotoimista. On ongelmallista, jos liiketaloudelliset tavoitteet ovat lähtökohtaisesti ensisijaisempia suhteessa sosiaaliseen, kulttuuriseen ja ekologiseen kestävyYTEEN. Tarvitaan laajempaa muutoshalukkuutta nykyisen materiaalisen kulutuksen tasoon ja kulutuksen kohtuullistamista. Hyvinvointi- ja huolenpito näkökulma voi perustellusti koskea myös luontoarvoja sinänsä, mukaan lukien metsien koskemattomuuden silloinkin, kun sillä ei ole välitöntä vaikutusta ihmisten hyvinvointiin. (Häyry ym. 2020)

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tiina Koljonen, VTT & Mikko Kurttila, Luke

Tämän työn tavoitteena oli laatia biotalouden merkityksen kasvua kuvaava skenaarioraportti ja arvioida, mitkä ovat Suomen biotalouden vahvuudet, eli ns. kova ydin. Tavoitteena oli myös luoda aineistoja Suomen biotalouden vision laadintaan. Biotaloutta pyrittiin tarkastelemaan laaja-alaisesti huomioiden maa- ja metsätalous, metsäteollisuus- ja elintarviketeollisuus, sininen biotalous, luontomatkailu ja muut ekosysteemipalvelut, bioenergia, teollisen biotekniikka ja synteettinen biologia sekä näihin kaikkiin liitetyt uudet, korkean arvonlisän tuotteet ja palvelut. Biotalouden kasvuskenaarion laadinnan pohjana käytettiin marraskuussa 2020 toteutetun asiantuntijatyöpajan aineistoja, joita jatkotyöstettiin VTT:n ja Luken asiantuntijoiden toimesta ja lisäksi laadittiin laskennalliset skenaarioraportit, jotka kuitenkin kattoi vain osan biotalouden sektoreista. VTT:n ja Luken laskelmia täydennettiin siten kansantalouden tasapainolaskelmilla, joka toteutettiin erillisenä toimeksiantona, mutta laskelmat laadittiin integroidusti ja siten myös Merit Economics'in laatimat kansantalouden vaikutusraportit on esitetty tässä raportissa. Biotalouden vahvuuksien ja mahdollisuuksien lisäksi arvioitiin toimintaympäristön haasteita ja uhkia biotalousskenaarion SWOT-analyysin avulla. Lisäksi arvioitiin Suomen biotalouden kehitystä oikeudenmukaisuusnäkökulmasta, jonka osalta laadittiin myös erillinen SWOT-analyysi. Oikeudenmukaisuusraportit toteutettiin Aalto-yliopiston ja VTT:n toimesta.

Alla on esitetty biotalouden vision elementtejä, jotka perustuvat työpajassa esitettyihin näkemyksiin. Työpajan osallistujat eivät esittäneet mitään numeerisia tavoitteita, vaan päähuomio oli biotalouden arvonlisän kasvattamisessa, luonnonvarojen kestävässä ja eettisessä käytössä sekä toisaalta uusien teknologioiden ja palvelujen kehittämisessä.

Suomi on kestävän ja eettisen biotalouden edelläkävijä ja globaali biotalouden uusien teknologisten ratkaisujen kehittäjä ja viejä (valituissa teknologioissa ja ratkaisuissa). Biotalouden kestävä ja vastuullinen tuotekehitys tuottaa lisäarvoa ja aineetonta hyvää. Suomi näyttäytyy kunnianhimoisena TKI-testbed -alustana ja tuo Suomelle maineen kestävän biotalouden huippuosaaajana, jota myös koulutus osaltaan tukee.

Tarkasteltaessa Suomen biotalouden kehitystä voidaan todeta, että luvussa 2 esitettyjen tilastojen valossa biotalouden arvonlisä on kasvanut suotuisasti aikajaksolla 2010–2019. Vuonna 2019 käypähintainen arvonlisäys oli noin kolmanneksen suurempi kuin vuonna 2010. Toimialoista metsäsektori, rakentaminen, energia sekä lääke- ja kemianteollisuus ovat selkeimmin kasvattaneet arvonlisää. Sen sijaan biotalouden kokonaistuotos kasvoi

2010-luvun alkuvuosina melko hitaasti, mutta vuoden 2016 jälkeen tuotoksen kasvu on kiihtynyt. Biotalous työllisten määrä on sen sijaan laskenut lähes 15 000 henkilöllä verrattuna vuoden 2010 tilanteeseen. Eniten työllisten määrä on laskenut elintarvikesektorilla, jossa työpaikat ovat vähentyneet yli 21 000 henkilöllä vuodesta 2010. Toisaalta biotalouden palvelualoilla työpaikkojen määrä on vastaavasti kasvanut 6 500 henkilöllä.

Vuonna 2014 laaditun biotalousstrategian tavoite on luoda biotalouteen 100 000 uutta työpaikkaa vuoteen 2025 mennessä ja kasvattaa biotalouden tuotos 100 miljardiin euroon. Tavoite näyttää tilaston valossa vaikeasti saavutettavalta. Työpajan yhtenä huomiona olikin, että Suomen biotalouteen tarvittaisiin ”kasvupyrähdys” sekä fokusointia. Tämän työn laskennallisissa analyyseissä pyrittiinkin muodostamaan käsitys siitä, missä määrin biotaloussektori voisi kasvattaa arvonlisää panostamalla uusiin, korkean jalostusasteen tuotteisiin perinteisten rinnalla sekä kehittämällä biotalouden palveluita ja uusien tuotteiden vientiä.

Analyyysien perusteella Suomen biotalouden ”kova ydin” rakentuu edelleen perinteisten vahvojen tukijalkojen varaan metsä- ja maataloussektorilla (ml. ruokajärjestelmäkokonaisuus ja sininen biotalous). Keskeisiä vahvuuksia ovat edelleen Suomen luonnonvarat, puhdas luonto ja tuotantoympäristö. Puhdas luonto ja luonnonvarat kytkeytyvät sekä aineellisiin että aineettomiin hyödykkeisiin, kuten elintarvikkeisiin ja luontoon liittyvään palveluliiketoimintaan. Toisaalta uudemiksi kovaa ydintä tukeviksi tekijöiksi nousee vahva osaminen synteettisessä biologiassa ja teollisessa biotekniikassa, joka antaa edellytyksiä korvata fossiilisia polttoaineita. Lisäksi solu- ja mikrobipohjainen tuotanto mahdollistaa pidemmällä aikavälillä tuotannon irtautumista perinteisistä tuotantoympäristöistä ja voi samalla mahdollistaa vapautuneen resurssin siirtymistä ilmastovaikutusten torjuntaan ja monimuotoisuuden edistämiseen. Näillä uudemmissa biotalouden aloilla on jo lisääntyvä määrä pieniä yrityksiä sekä start-up:ejä.

Metsäsektorin tärkeäksi mahdollisuudeksi tunnistettiin SWOT-analyyssissä fossiilisten raaka-aineiden korvaaminen puukuiduilla. Korvaamista voi tapahtua sekä perinteisten metsäsektorin tuotteiden avulla että vielä kehitteillä olevien tuotteilla. Kartonkituotteilla voidaan korvata kasvavassa määrin muovia ja puurakenteilla betonia, mutta lisäksi erityistä huomiota ja kehittämispanoksia olisi kiinnitettävä uudenlaisiin tuotteisiin, joilla pystytään myös vastaamaan globaaleihin ongelmiin. Tällaisia ovat muun muassa puupohjaiset tekstiilikuidut, biokemikaalit, biomuovit ja monet muut biotuotteet. Laskennallisten skenaariotulosten perusteella ligniinin ja hemiselluloosan jatkojalostus uusiksi biotuotteiksi voisi olla metsäteollisuuden tuotoksen ja arvonlisän kasvun yksi elementti.

Suomalaisen biotalouden mahdollisuutena nähtiin myös se, että kestävä metsätalouden avulla voidaan myös edistää ilmastonmuutoksen torjuntaa. Mahdollisuudeksi tunnistettiin SWOT-analyyssissä aineettomien metsien käyttömuotojen, kuten luontomatkailun, ja luonnontuotteiden kaupallisen hyödyntämisen kasvattaminen. Luontomatkailu ja luontoon

liittyvä palveluliiketoiminta sekä luonnontuoteala ovatkin kasvaneet viime vuosina (esim. TEM 2019) ja toiminnan odotetaan kasvavan edelleen. Suomessa on meneillään useita kestävän matkailun kehittämisprojekteja, joiden tavoitteena on edistää erityisesti luontoon pohjautuvien kestävien matkailupalveluiden tarjontaa. Lisäksi voidaan odottaa, että luontoon pohjautuvalle hyvinvointia edistävälle palvelutoiminnalle on tulevaisuudessa yhä suurempi kysyntä ja näin ollen siihen liittyvä kehittämistoiminta tulee lisääntymään. Alan kasvuun ja kasvun edellytyksiin vaikuttavat kuitenkin soveltuvien luontoympäristöjen ylläpitäminen sekä niiden saavutettavuus. Luonnontuotteiden osalta viime vuosina kehittämispanostuksia on kohdennettu ja kiinnostus jokamiehenoikeuksien ulkopuolella olevien luonnontuotteiden (mahla, kuusen kerkät, koivun lehdet, pakuri) kaupalliseen hyödyntämiseen on lisääntynyt. Näistä osalla epävarmuudet satojen vuotuisen vaihtelun osalta ovat pienemmät ja sitä kautta alan laajentamismahdollisuudet ovat hyviä.

Metsäbiotalouden uhkina SWOT-analyysissä tunnistettiin poliittiset epävarmuudet ja politiikan lyhytjännitteisyys liittyen erityisesti hiilensidontaan. Epävarmuuden arvioitiin vähentävän investointihalukkuutta Suomeen. Uhkana nähtiin myös metsien käyttöön liittyvien konfliktien lisääntyminen sekä ilmastonmuutoksen mahdolliset negatiiviset vaikutukset puun saatavuuteen.

Maatalouden ja elintarviketeollisuuden osalta vahvuutena nähtiin laaja poliittinen konsensus ruokajärjestelmän huoltokyvyn ja sitä myötä omavaraisuusasteen säilyttämisestä korkealla tasolla. Lisäksi puhdas tuotantoympäristö nähtiin Suomen kilpailueduksi. Toisaalta myös nähtiin, että maataloudessa ei ole kunnolla herätty biotalousajatteluun eikä maatalous pysty uusiutumaan, vaan biomassojen tuotanto ja jalostus nähdään hyvin perinteisesti. Vahvuutena myös nähtiin, että potentiaalia löytyy siihen, että suomalaisesta ruuasta (viljatuotteet, lihatuotteet, vihannekset jne.) tulee puhtauden ja hyvän laadun ansiosta varteenotettavia vientituotteita. Suurimpana uhkana nähtiin kehitys, jossa maatalouden alkutuotannon toimijoiden mahdollisuudet investoida uusiutumiseen heikkenevät merkittävästi.

SWOT-analyysin lisäksi biotaloutta tarkasteltiin luvussa 5 oikeudenmukaisuusnäkökulmasta. Suomalaisen biotalouden tavoitteiden asettelun kannalta on oleellista pohtia, keiden etua suomalainen biotalous palvelee, mihin nämä painotukset perustuvat, ja ovatko ne oikeudenmukaisia kaikkien osapuolten kannalta? Asianosaisten osallisuuden kannalta on oleellista pohtia, keitä pidetään osallisena suomalaisessa biotaloudessa, ja miten tunnistetaan eri ryhmien tarpeet ja oikeudet. Liiketaloudellisten tavoitteiden rinnalla tulee tarkastella sosiaalista, kulttuurista ja ekologista kestävyyttä. Tämä tarkoittaa, että biomassojen rajallisuus fossiilisten raaka-aineiden korvaajana ymmärretään, ja kestävän biotalouden kehittämisessä tärkeimpänä tavoitteena on kokonaiskulutuksen vähentäminen. Nykyinen kulutukseen ja materiaaliseen kasvuun perustuva talousjärjestelmä ei muutu kestäväksi pelkällä raaka-ainemuutoksella.

Lähtökohtaisesti tässä skenaariotyössä tarkastelut ulottuivat pääosin biotalouden tuotteiden ja palveluiden tuottamaan potentiaaliseen arvonlisään ja tuotokseen Suomen kansantaloudessa. Skenaariotyön kansantalousarvioiden perusteella biotalouden arvonlisä voisi kasvattaa kansantaloutta 2 prosenttia vuodessa ennen vuotta 2030 ja kasvu voisi lähestyä 4 prosenttiyksikköä vuoteen 2050 mennessä. Tämä edellyttää monipuolista panostusta eri biotalouden sektoreihin ja tarvittavien investointien toteutumisen varmistamista. Vuoteen 2050 mennessä biotalouden suurin vaikutus kansantalouden kasvuun syntyy alkutuotannosta (0,9 prosenttiyksikköä), elintarviketeollisuudesta (prosenttiyksikkö), rakentamisesta (0,9 prosenttiyksikköä) ja metsäteollisuudesta (0,5 prosenttiyksikköä). Toisaalta materiaali- ja energiatehokkuus, ilmastokestävyys sekä siirtyminen kestävämpään kulutukseen olivat ikään kuin ”sisään kirjoitettuna” skenario-oletuksiin. Lähtökohtana siten oli, että skenarioissa esitetyille uusille biotalouden tuotteille on kysyntää sekä Suomessa että kansainvälisillä markkinoilla. Jatkossa tarkastelut olisikin hyvä ulottaa laajemmin myös kulutukseen sekä sosiaalisten, kulttuuristen ja ekologisten kestävyysnäkökulmien arviointiin.

LÄHTEET

- Aapala, K., Tyrväinen, L., Reinikainen, M., Lehtoranta, V., Usva, K., Ojala, O. & Vihervaara, P. 2019. Uusia keinoja vetovoimaisen luonnon turvaamiseen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 83/2017.
- Ahlqvist, T., Sirvio, H. 2019. Contradictions of Spatial Governance: Bioeconomy and the Management of State Space in Finland. *Antipode* 51(2): 395-418.
- Ahola-Launonen, J., Häyry, M. & Takala, T. 2018. Miten keskustella oikeudenmukaisuudesta? Teoksessa Häyry M, Takala T, Ahola-Launonen J (toim.): Oikeudenmukaisuuden ongelma. Helsinki: Gaudeamus.
- Arasto, A., Koljonen, T. & Similä, L. (toim.) 2018. Growth by integrating bioeconomy and low-carbon economy: Scenarios for Finland until 2050. VTT Visions 13. Espoo: VTT. VTT Visions 13: Growth by integrating bioeconomy and low-carbon economy. Scenarios for Finland until 2050 (vttresearch.com)
- Arasto, A., Asikainen, A. & Kaukovirta, A. (2021). Finnish bioeconomy on the global product market. White paper, 9 February 2021. Bioeconomy-products-2035-whitepaper-VTT-Luke_1.pdf (vttresearch.com)
- European Commission (2012). Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission (2018a). A sustainable bioeconomy for Europe: Strengthening the connection between economy, society and the environment. In Updated Bioeconomy Strategy. European Commission Directorate-General for Research and Innovation Unit F—Bioeconomy; Publications Office of the European Union: Luxembourg, 2018. Saatavilla: <https://www.kowi.de/Portaldata/2/Resources/horizon2020/coop/bioeconomystrategy-2018.pdf>
- European Commission (2018b). A Clean Planet for all: A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. COM(2018) 773 final.
- European Commission (2019). The European Green Deal. COM(2019) 640 final.
- Goven, J. and Pavone, V. (2015). The Bioeconomy as Political Project: A Polanyian Analysis. *Science, Technology, & Human Values* 40(3), 302-337.
- Honkatukia, J., Ruuskanen, O.-P., Lehtosalo, H., Heinämäki, J., Mäkilä, K. (2021). Millaista osaamista Suomi tarvitsee 2040? PTT raportteja 269. <https://www.ptt.fi/media/julkaisut/ptt-raportteja-269-enko1.pdf>
- Häyry, M., Ahola-Launonen, J., Kurki, S., Laiho, M., Porttikivi, M., Balcom Raleigh, N., Taylor, A., Saarenmaa, L., Takala, T. ja Wilenius, M. (2021). Planeetan elinkelpoisuus, biotalous ja oikeudenmukaisuus – hyvän ja pahan tiedon rajat. Teoksessa Ilari Hetemäki, Anna-Kaisa Kuusisto, Maria Lähteenmäki & Esa Väliaverron (toim.). Hyvä ja paha tieto. Helsinki: Gaudeamus, 249-262.
- Jackson, T. (2009) *Prosperity Without Growth*. London: Routledge.
- Järvelä, M., Kortetmäki, T., Huttunen, S., Turunen, A., Tossavainen S (2020). Ilmastotoimien sosiaalinen hyväksyttävyys. Suomen ilmastopaneeli. Raportti, 1/2020. Suomen ilmastopaneeli. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2020/01/Ilmastopaneeli_sosiaalinen_hyvaksyttavyys_FINAL.pdf
- Koljonen, T., Aakkula, J., Honkatukia, J., Soimakallio, S., Haakana, M., Hirvelä, H., Kilpeläinen, H., Kärkkäinen, L., Laitila, J., Lehtilä, A., Lehtonen, H., Maanavilja, L., Ollila, P., Siikavirta, H., Tuomainen T. (2020). Hiilineutraali Suomi 2035 - Skenaariot ja vaikutusarviot. VTT Technology 366. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2020/T366.pdf>
- Kröger, M., Raitio, K. 2017. Finnish forest policy in the era of bioeconomy: A pathway to sustainability. *Forest Policy and Economics* 77, 6-15.
- Kuosmanen, T., Kuosmanen, N., El-Meligli, A., Ronzon, T., Gurria, P., Iost, S. ja M'Barek, R. (2020). How Big is the Bioeconomy? Reflections from an economic perspective. EUR 30167 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. 45 s. Saatavilla: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC120324/how-big-is-the-economy.pdf>
- Kurki, S. & Ahola-Launonen, J. 2021: Bioeconomy in maturation – A pathway towards a “good” bioeconomy or distorting silence on crucial matters? Teoksessa Koukios E. & Sacio-Szymanska A. (toim.): Bio#Futures. Cham: Springer.
- Kurttila, M., Leskinen, P., Tikkanen, J. & Niskanen, A. 2009. Alueellisten metsäohjelmien kehittäminen toimintaympäristön näkökulmasta. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2009: 183-197
- Lehtonen, H., Saarnio, S., Rantala, J., Luostarinen, S., Maanavilja, L., Heikkinen, J., Soini, K., Aakkula, J., Jallinoja, M., Rasi, S., Niemi, J. 2020. Maatalouden ilmastotiekartta – Tiekartta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen Suomen maataloudessa. 131 s. ISBN 978-952-9733-54-5. Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry. Helsinki. <https://www.mtk.fi/ilmastotiekartta>; <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020082161330>

- Lier, M., Soini, K. ja Kniivilä, M. (2021). Vertaileva selvitys eri maiden biotalousstrategioista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 2/2012. Luonnonvarakeskus. 49 s. Saatavilla: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/547015/luke-luobio_2_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Luke (2020). Biotalouslaskelmien perusteet. Luonnonvarakeskus 4 s. Saatavilla: https://www.luke.fi/wp-content/uploads/2020/10/Biotalouslaskelmien-perusteet_15.10.2020.pdf
- Luke (2021). Biotalouslaskelmat. Tilastotietokanta. Luonnonvarakeskus. Saatavilla: http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__10%20Muut__02%20Biotalouden%20tuotos/?tablelist=true&rxid=d8d87dad-ebf2-4d0d-8b21-5fb0d9fa0db5
- Metsäteollisuus ry (2020). Vihreä ja vireä talous. Metsäteollisuuden ilmastotiekartta. Saatavilla: https://global-uploads.webflow.com/5f44f62ce4d302179b465b3a/5fae9c3de86a240e06b76565_Metsa_Esite_Email.pdf
- McCormick, K., Kautto, N., (2013). The Bioeconomy in Europe: An Overview. Sustainability 5: 2589–2608.
- Mittra, J., & Zoukas, G. (2020). Unpacking the Concept of Bioeconomy: Problems of Definition, Measurement, and Value. Science & Technology Studies, 33(1), 2–21.
- OECD (2006). The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda. Paris.
- OECD (2009). The Bioeconomy to 2030. Agenda. Paris.
- OECD (2018). Realising the circular bioeconomy. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers No.60.
- Partanen, J., Paloheimo, H. & Waris, H. 2014. The World After Cheap Oil. Routledge.
- Petäjäistö, L. & Selby, A. 2014. Luontomatkailu ja virkistyskäyttö yritystoimintana. Julkaisussa: Tyrväinen, L., Kurttila, M., Sievänen, T. & Tuulentie, S. (toim.). Hyvinvointia metsästä. Suomen Kirjallisuuden Seura, Helsinki. Kirjokansi 90: 129-140. ISBN 978-952-222-587-0
- Pöyry. (2016). Suomen Metsäteollisuus 2015–2035. Selvitys työ- ja elinkeinoministeriölle. Loppuraportti X304203. Pöyry Management Consulting.
- Ramcilovik-Suominen, S., Pülzl, H. (2018) Sustainable development – A ‘selling point’ of the emerging EU bioeconomy policy framework? Journal of Cleaner Production 172, 4170-4180.
- Rikkonen, P., Aakkula, J., Niemi J., Setälä, J., Tyrväinen, L., Viitanen, J., Kniivilä, M., Konu, H., Kurttila, M., Mutanen, A., Niemi, J., Pihlanto, A., Rinne, M., Routa, J., Saarni, K. & Salmi, P. 2020. Skenaariotarkastelu koronapandemian vaikutuksista metsäsektoriin, maa-, elintarvike- ja kalatalouteen sekä luontoon perustuvaan matkailu- ja luonnontuotealaan 2020-luvulla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 77/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 65 s.
- Sahateollisuus ry. (2020). Ilmastoviisas sahateollisuus. Sahateollisuuden hiilitiekartta -raportti. Saatavilla: https://sahateollisuus.com/wp-content/uploads/2020/06/st_hiilitiekartta_raportti.pdf
- Staffas, L., Gustavsson, M., McCormick, K., 2013. Strategies and policies for the bioeconomy and biobased economy: An analysis of official national approaches. Sustainability 5: 2751–2769.
- Suomen ilmastopaneeli (2021). Ilmastolakiin kirjattavat pitkän aikavälin päästö- ja nielutavoitteet – Ilmastopaneelin analyysi ja suositukset. Suomen ilmastopaneelin raportti 1/2021. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2021/02/ilmastopaneelin-raportti_ilmastolain-suositukset_final.pdf
- TEM. 2019. Luonnontuotealan toimialaraportti 2019. 57 s. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja Toimialaraportti 2019:32
- TEM. 2019b. Yhdessä enemmän – kestävä kasvua ja uudistumista Suomen matkailuun : Suomen matkailustrategia 2019–2028 ja toimenpiteet 2019–2023. Suomen matkailustrategia vuosille 2019–2028. <https://tem.fi/suomen-matkailustrategia>
- Tyrväinen, L., Sievänen, T., Konu, H., Aapala, K., Pellikka, J., Reinikainen, M., Lehtoranta, V., Ojala, O., Pesonen, J. & Tuohino, A. 2017. Uudet keinot metsä- ja vesialueiden kestävä virkistys- ja matkailukäytön kehittämiseksi ja turvaamiseksi (VirKein). Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 88/2017. 29 s. ISSN 2342-6799 ISBN on 978-952-287-500-6
- Tyrväinen, L., Sievänen, T., Konu, H., Tuohino, A., Aapala, K. & Ojala, O. 2018. Miten kehittää luonnon virkistys- ja matkailukäyttöä Suomessa? Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta 2/2018. 8 s.
- Varho, V., Rautiainen, A., Peltonen, M., Niemi, J., Ovaska, U. (2018). Biopaths to Carbon Neutrality. Publications of the Ministry of Agriculture and Forestry (Finland) 2018:3.
- Viitanen, J., Mutanen, A. ja Karvinen, S. (toim.) (2020). Metsäsektorin suhdannekatsaus 2020–2021. Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 71/2020. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-060-1>

Verkkajulkaisu
ISSN 1797-3562
ISBN 978-952-327-986-5

Sähköinen versio: julkaisut.valtioneuvosto.fi
Julkaisumyynti: vnjulkaisumyynti.fi